

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TOPRAK TUZLULUĞUNUN YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKTE GÖRÜLEBİLİR
YAKIN KIZILÖTESİ YANSIMA SPEKTORADYOMETRE TEKNİĞİ VE
YAPAY SINIR AĞLARI METODU İLE KARAKTERİZE EDİLMESİ**

Hatice Kübra ÇİNİ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİMDALI

**ŞANLIURFA
2014**

Doç. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ danışmanlığında Hatice Kübra ÇİNİ'nin hazırladığı “**Toprak tuzluluğunun yüksek çözünürlükte görülebilir yakın kızılötesi yansıma spektrometre tekniği ve yapay sinir ağları metodu ile karakterize edilmesi**” konulu bu çalışma 05/09/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Doç. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ

Üye : Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU

Üye : Prof. Dr. Ramazan TAŞALTIN

Bu Tezin Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. Sinan UYANIK
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 14033

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
1.1. Toprak Tuzluluğu	1
1.2. Uzaktan Algılama ve Toprak Tuzluluğu	3
1.3. Yapay Sinir Ağları	4
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	12
3. MATERYAL ve YÖNTEM	19
3.1. Materyal	19
3.1.1. Araştırma alanının coğrafik konumu	19
3.1.2. Araştırma alanının topoğrafik ve jeolojik yapısı	19
3.1.3. Araştırma alanının toprak özellikleri	20
3.1.4. Araştırma alanının iklim özellikleri	21
3.1.5. Toprak örneklerinin alınması	21
3.2. Yöntem	23
3.2.1. Laboratuvar ortamında tuzluluk analizlerinin yapılması	24
3.2.2. Görülebilir ve yakın kızılötesi yansıma spektrometre (VNIRS) tekniğinin çalışmada kullanılması	25
3.2.3. Yapay sinir ağlarının yapısı	26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	29
4.1. Toprak Örneklerinin Analiz Sonuçları ve Tuzluluk Parametreleri	29
4.2. Toprakların Spektral Karakterizasyonu	36
4.3. Toprak Tuzluluğunun Tahmini	39
4.3.1. Görülebilir - yakın kızılötesi yansıma spektrometre tekniğinin kullanılması	39
4.4. Yapay sinir ağları modeli	41
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	45
5.1. Sonuçlar	45
5.2. Öneriler	46
KAYNAKLAR	47
EKLER	52

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TOPRAK TUZLULUĞUNUN YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKTE GÖRÜLEBİLİR – YAKIN KIZILÖTESİ YANSIMA SPEKTORADYOMETRE TEKNİĞİ VE YAPAY SİNİR AĞLARI METODU İLE KARAKTERİZE EDİLMESİ

Hatice Kübra ÇİNI

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ
YIL: 2014, Sayfa: 73

Toprak tuzluluğunun belirlenmesi ve haritalanması her zaman dikkat çeken konuların başında gelmektedir. Gelişen teknoloji, toprak tuzluluğunun belirlenmesinde yeni imkânlar ve kolaylıklar sunmaktadır. Yürütülen bu çalışmada, son yıllarda kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşan spektrodymetre cihazı ve yapay sinir ağları teknikleri kullanılarak toprak tuzluluğu tahminleri yapılmaya çalışılmıştır. Çalışma Harran ovasında tuzluluk probleminin yaygın olduğu alanlarda yürütülmüştür. Bu kapsamda 0-30 cm'den 90 adet toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde toprak tuzluluk parametreleri (EC, pH, çözülebilir Ca, Na, Mg, K, SAR, ESP), değişebilir Ca, Na, Mg, K ve KDK değerleri tespit edilmiştir. Oavadan alınan toprak örneklerinin (90 adet) laboratuvar analiz sonuçlarına göre pH değerleri 7.05 ile 8.62 aralığında; EC değerleri 0.6 dSm⁻¹ ile 66.2 dSm⁻¹ aralığında; ESP değerleri 1.8 ile 197 aralığında bulunmuştur. Hava kurusu 2 mm'lik elekten geçirilen toprak örnekleri VNIRS spektrodymetre tekniği kullanılarak taranmış ve araştırılan toprak örneklerinin 350 nm ile 2500 nm arasındaki ham yansımaları ve birincil türevleri elde edilmiştir. İki gizli katmanlı ileri beslemeli geriye yayılım algoritması ve hem giriş hem de çıkış katmanında sigmoid transfer fonksiyonları kullanılan bir yapay sinir ağı oluşturulmuştur. VNIRS tekniğine göre elde edilen toprak yansımalarının her on yansımanın medianı alınarak median data ve her on yansımanın pik noktası alınarak pikdata oluşturulmuştur. 90 toprak örneğinin %70'i eğitim için, %30'u ise test için kullanılmıştır. En doğru sonuçları bulmak için gizli katmanlardaki nöron sayıları değiştirilerek denemeler yapılmıştır. Gizli katmandaki nöron sayısı, toplam giriş verileri içindeki onaylama (validation) ve test verilerinin oranları değiştirilerek en uygun ağ mimarisi deneysel olarak belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışmada en iyi sonuçlara: EC için median data yansımalarında 10-10-20 nöron sayısı ile; pH için pikdata yansımalarında 10-5-20 nöron sayısı ile; ESP için medyan data yansımalarında 10-10-40 nöron sayısı ile ulaşılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Toprak tuzluluğu, spektrodymetre, yapay sinir ağları, uzaktan algılama.

ABSTRACT

MSc Thesis

CHARACTERIZATION OF SOIL SALINITY USING HYPERSPECTRAL VISIBLE - NEAR INFRARED REFLECTANCE SPECTRORADIOMETER TECHNIQUE AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Hatice Kübra ÇİNİ

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition**

**Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ
Year: 2014, Page: 73**

Determination of soil salinity has always been become an important topic. Developing technologies present new opportunities and easy ways for measuring soil salinity. In this project, in recent years commonly used spectroradiometer equipment has been used and combined with Artificial Neural Network method in the characterization of soil salinity. The study area is located in salt affected areas of the Harran Plain. 90 soil samples have been taken in 0-30 cm according to random sampling from the fields with various levels of salinity. According to analyses results of the samples, pH values ranged from 7.05 to 8.62 and EC_e values ranged from 0.6 dSm⁻¹ to 66.2 dSm⁻¹, ESP values ranged from 1.8 to 197. Air dried and 2 mm sieved samples were scanned using hyperspectral Visible Near Infrared Reflectance Spectroscopy (VNIRS) equipment in the laboratory and raw and first derivative spectra between 350 and 2500 nm with 1 nm interval were obtained. A Feed Forward BackPropogation Artificial Neural Network (ANN) with three hidden layer and sigmoidal transfer function has been formed. As an input to ANN model, median and peaks of the spectral data taken at every 10 nm of the whole raw spectra (from 350 -2500 nm) has been used and output have been soil salinity parameters. 70 % of the samples have been used for training the model and the rest 30 % has been used as test data set. In order to find the best model, neuron numbers in hidden layers have been modified. The best result for EC estimation using VNIRS-ANN modeling has been obtained using median data and 10-10-20 neuron number; for pH using peak data and 10-5-20 neuron number and for ESP median data and 10-10-40 neuron number.

KEY WORDS : Soil salinity, spectroradiometer, artificial neural networks, remote sensing.

TEŞEKKÜR

Çalışmamı yönlendiren, ihtiyaç duyulan aşamalarda bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek destekleyen danışman hocam sayın Doç. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ'ye teşekkür eder saygılarımı sunarım. Ayrıca tez jüri komisyon üyesi ve sayın hocam Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU'ya çalışmamın tüm aşamalarında yapmış olduğu yönlendirici ve olumlu katkılarından dolayı şükran ve teşekkürü bir borç bilirim.

Laboratuvar çalışmalarında katkılarından dolayı, sayın hocam Prof. Dr. Salih AYDEMİR'e, Doç. Dr. Osman SÖNMEZ'e, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Yüksek Lisans öğrencisi sayın Gülçin ŞENER'e teşekkür ederim.

Yapay sinir ağları modelini oluşturmamda yardımlarını esirgemeyen Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü hocalarından sayın Prof. Dr. Ramazan TAŞALTIN'a ve Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi sayın M. Emin TENKEKİ'ye şükranlarımı sunarım.

Çalışmaya sağladığı maddi destekten dolayı HÜBAK'a teşekkür ederim.

Çalışmaya sağladıkları destekten dolayı RIHN enstitüsüne teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her anında yanımda olan, en zor günlerimde desteğini esirgemeyen annem Zahide ÇİNİ'ye teşekkürlerin en yücesini sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1. 1.İleri beslemeli yapay sinir ağı modeli (web 1).....	9
Şekil 1. 2.Geri beslemeli yapay sinir ağı modeli (web 2).....	9
Şekil 3.1.a) Harran ovası farklı tuzluluk sınıflarındaki toprakların dağılım alanları (çullu ve ark., 2010) b) Farklı tuzluluk sınıflarına sahip alanlardaki örnekleme yerleri.....	21
Şekil 3. 2.Çalışma akış diyagramı.....	23
Şekil 3.3.Yüksek çözünürlükte görülebilir - yakın kızılötesi yansıma spektrometresi ve örnek bir toprak yansıması.....	25
Şekil 4. 1.Toprak tuzluluk parametreleri (çözülebilir ca, k, mg, na).....	29
Şekil 4. 2.Toprak tuzluluk parametreleri (sar, esp, ec, ph).....	31
Şekil 4. 3.Toprak tuzluluk parametreleri (kdk, değişebilir ca, k, mg, na).....	32
Şekil 4. 4.Toprak örneklerine ait ham yansımalar.....	37
Şekil 4. 5.Toprak örneklerine ait yansımaların birincil türevleri.....	37
Şekil 4. 6.Temel bileşenler analiz sonucu.....	38
Şekil 4. 7.Jips minerali içeriğince yüksek olan topraklara ait yansımalar.....	38

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 1.1.Tuzdan etkilenmiş toprakların sınıflandırılması.....	3
Çizelge 1.2.Nesillere göre hesaplama yöntemlerinde yer alan sistemler.....	5
Çizelge 1.3.Geleneksel hesaplamalar ile yapay sinir ağlarının farkları.....	6
Çizelge 1.4.Uzman sistemler ile yapay sinir ağlarının karşılaştırılması.....	6
Çizelge 3.1.Şanlıurfa ili 1954- 2013 yılları arası ortalama, en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri.....	22
Çizelge 4.1.Analiz sonuçlarına göre toprakların sınıflandırılması.....	33
Çizelge 4.2.Toprak tuzluluk parametrelerinin tanıttıcı istatistikleri.....	34
Çizelge 4.3. Değişkenler arasındaki korelasyonlar.....	35
Çizelge 4.4.Kısmi en küçük kareler regresyon tekniği (plsr) ve farklı spektral yansımalar kullanarak toprak tuzluluk (ec) değerlerinin tahmini.....	40
Çizelge 4.5.Farklı sinir ağı ve yansıma değerlerine göre modelin doğruluğu ve hata yüzdesi.....	42
Çizelge 4.6.Farklı sinir ağı ve yansıma değerlerine göre modelin hata kareler ortalamasının karakökü (RMSEP).....	44

SİMGELER DİZİNİ

dS	Desisimens
KDK	Kasyon Değişim Kapasitesi
pH	Hidrojen İyon Konsantrasyonunun Negatif Logaritması
EC	Elektriksel İletkenlik
DK	Değişebilir Katyonlar
mg/kg	Miligram/Kilogram (ppm)
ESP	Değişebilir Sodyum Yüzdesi
SAR	Sodyum Adsorbsiyonu
ESR	Değişebilir Sodyum Oranı
YSA	Yapay Sinir Ağları
RMSEP	Root Mean Square Error of Prediction
f(x)	Aktivasyon fonksiyonu
OM	Organik Madde

1. GİRİŞ

1.1.Toprak Tuzluluğu

Toprak, tarımın vazgeçilmez temel ögesidir. Günümüzde tarım yapılan alanların miktarını artırmak imkansızdır. Bu nedenle mevcut üretim alanlarındaki birim alan başına düşen verimi artırmak tarımsal üretimde öncelikli amaç olmalıdır. Yani sürdürülebilir tarım için toprağın rasyonel ve verimli kullanılması zorunludur. Ülkemiz toprakları yüzyıllardan beri devam eden yoğun tarım ve bilinçsiz kullanım nedeniyle üretkenliğini kaybetme riski ile karşı karşıyadır. Organik madde yetersizliği, tuzluluk-alkalilik, yanlış toprak işleme vb. gibi problemlerin yanı sıra topraklarımız özellikle arazilerin yeteneklerine göre kullanılmamaları nedeniyle artan erozyondan toprak kirlenmesine, tarım dışı kullanımlardan çölleşmeye kadar birçok problemle karşı karşıyadır. İleride ortaya çıkabilecek çok daha ciddi problemlere meydan vermemek için toprak kaynaklarımızın sürdürülebilir kullanımına olanak sağlayacak “en iyi amenajman uygulamalarının mutlaka belirlenmesi ve benimsetilmesi” gerekmektedir (Günel ve ark., 2008). Tarım arazilerinde görülen tuzluluk ve alkalilik Dünya topraklarının en önemli sorunlarından birisidir. Dünyadaki tarım alanlarının %15’i toprak tuzluluğunun etkisinde bulunmaktadır (Wild, 2003). Dünyada her yıl 10 milyon hektar arazinin tuzluluk etkisiyle elden çıkması, sorunun boyutunu daha iyi gözler önüne sermektedir (Kwiatowski, 1998). Bu oran ülkemizde sulanan alanlar içinde %32 civarındadır (Taş ve Öztürk., 2011). FAO’nun tahminlerine göre de sulanan alanların neredeyse yarısı yani % 50’si tuzluluk tehdidi altında bulunmaktadır.

Yağışın yetersiz veya olmadığı bölgelerde bitkilerin ihtiyaç duydukları su, sulama ile sağlanmaktadır. Bu işlem sırasında, bitki kök bölgesine sulama suyu ile birlikte suda çözülmüş olan tuzlarda verilmektedir. Koşullara ve zamana bağlı olarak bu tuzlar toprakta birikim yaparak bitkiler için uygun olmayan ortamın oluşmasına neden olur. Sulamanın olduğu yerde yetersiz drenaj koşullarında tuzlulaşma

kaçınılmaz bir olgudur. Bu bağlamda hem tuzlulaşmanın önlenmesi hem de tuzlu alanların gerekli çalışmalar neticesinde ıslah edilerek tekrar potansiyel tarım alanına kazandırılması her zaman dikkati çeken konulardan birisi olmuştur. Gerek dünyada gerekse ülkemizde hem sulamadan kaynaklı hem de doğal nedenlerle oluşmuş tuzlu alanlar bulunmaktadır. Bu alanların tespit edilmesi ve tuzluluk düzeylerinin belirlenerek ıslahları için gerekli koşulların sağlanmasıyla tarıma kazandırılması gereklidir (Blaylock, 1994).

Kök bölgesinde tuzların birikimi, bitki gelişimini dramatik olarak etkileyerek verim kayıplarına neden olduğu gibi toprakların fiziksel yapısını olumsuz etkilediğinden toprak verimliliğini de olumsuz etkiler (Howari ve ark., 2002; Muhammad ve ark., 2008).

Kalıtsal nedenler ya da insan etkisi ile toprak değişkenleri ve toprak tuzluluğu önemli ölçüde zamansal ve mekansal olarak değişkenlik gösterebilir (Isaaks ve Srivastava, 1989). Genelde kısa mesafelerdeki değişimler gübreleme ve sulama gibi insan faktörleri nedeniyle oluşurken; ana materyal, topoğrafya gibi kalıtsal nedenler ile daha uzun aralık ve mesafelerdeki değişkenlik meydana gelmektedir.

Harran Ovasında tuzdan etkilenmiş alanlar ovanın çevresine göre nispeten alçak olan yaklaşık 18.000 ha alanı kaplamaktadır (Çullu ve ark., 2010). Zayıf drenaj ve uygun olmayan sulama koşulları toprak profilinden tuzların yıkanmasını önler, yer altı suyunun yüzeye yaklaşmasına neden olur ve problemi artırır. Bu alanlarda topraklar killi tekstür ve yüksek buharlaşma nedeniyle kapilarite ile kolaylıkla yüzeye çıkabilen tuzlu taban suyundan (1-1.5 m yakınında) etkilenmektedir. Ovadaki tuzluluk bitkilerde önemli verim kayıplarına neden olmaktadır (Çullu, 2003).

Genel olarak tuzluluk laboratuvarı tuzdan etkilenmiş toprakları dört sınıfa ayırmaktadır. Çizelge 1.1.'de bu sınıflar ve özellikleri verilmiştir. Toprak tuzluluğu genellikle toprak iletkenliğinin saturasyon çamurunda ya da farklı toprak su karışımlarından elde edilen ekstraktlarda elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin ölçümü ile belirlenmektedir (Richard, 1954). $EC > 4 \text{ dS m}^{-1}$ den büyük değerlere

sahip topraklar tuzlu olarak sınıflandırılır. Bu değerlerin üstünde bitki gelişimi olumsuz etkilenir. Toprak tuzluluğunda önemli olan diğer parametre ise ESP'dir. Sodyum asetat çözeltisi ile yıkanan topraktan elde edilen ekstraktaki değişebilir sodyum ve kation değişim kapasitesinin belirlenmesi ile elde edilen $ESP > 15$ olan topraklar alkali topraklardır. Toprak EC, ESP değerleri toprak kalite parametresi olarak değerlendirilir (Andrews ve ark., 2004).

Çizelge 1.1. Tuzdan etkilenmiş toprakların sınıflandırılması

Tuzluluk Sınıfları	EC (dS/m)	ESP	pH
Tuzsuz	<4	<15	<8.5
Tuzlu	>4	<15	<8.5
Tuzlu - Alkali	>4	>15	≥8.5
Alkali	<4	>15	>8.5

1.2. Uzaktan Algılama ve Toprak Tuzluluğu

Uzaktan algılama, genel olarak 1960'lı yıllarda gelişmeye başlamıştır. Başlangıcından bu güne tarım, uzaktan algılanmış verilerin başlıca kullanıcılarından birisi olarak düşünülmüştür (Jackson, 1984). Son elli yılda yapılan araştırmalara göre tarımsal sistemlerin yönetiminde gerekli bilgilerin birçoğu, çeşitli uzaktan algılayıcı sensörler aracılığıyla elde edilmektedir. Küresel yer belirleme sistemi (GPS) alıcıları, bilgisayarlar, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve bitki simülasyon modelleri ile bir arada kullanıldığında uzaktan algılama teknolojileri tarımsal üretimde oldukça büyük bir potansiyele sahiptir (Pinter ve ark., 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, çözünürlüklerinin düşük olması, görüntüleme periyodunun ve görüntünün kullanıcıya ulaşma zamanının uzunluğu gibi bazı kısıtlayıcı faktörlere sahiptir (Moran ve ark., 1997).

Dünya yüzeyinde ki her doğal ya da yapay objenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini taşıyan belirli dalga boyunda kendine ait (karakterize) yansıma oranı (reflectance) ve tutma oranı (absorbtion) vardır (Jensen, 2000). Hyperspektral uzaktan algılama bu farklılıkları mümkün olan en küçük değişimlerle tarayarak

objeye ait karakteristikleri belirlemeyi amaçlar. Bu amacı güvenilir seviyede gerçekleştirebilmek için hyperspektral uzaktan algılamada; sensör bazlı teknolojik gelişmeler yanında, analiz modelleri ve algoritmaları da geliştirilmiştir. Her iki alanda da hala yeni gelişmeler hızla devam etmektedir.

Elektronik teknolojisindeki gelişmeler, uydu tarayıcılarını taklit eden ve tarla düzeyinde insanlar tarafından kullanılabilen küçük araçların üretilmesine olanak sağlamıştır. Uzaktan algılanmış spektral veriler ile bitki parametreleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi giderek önem kazanmaktadır. Bu amaçla kullanılacak en ideal araçlar el radyometreleridir. Çeşitli sulama veya gübreleme düzeylerine ilişkin termal ve spektral verilerin el radyometreleriyle elde edilmesi ve bu verilen verim, vejetasyon düzeyleri, toprak su düzeyi ile ilişkileri araştırmalara konu olmaktadır (Jackson ve ark. 1980).

1.3. Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları (YSA); insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri, herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirebilmek amacı ile geliştirilen bilgisayar sistemleridir. Yapay sinir ağları yönteminin geliştirilmesinde insan beyninin çalışma mekanizması örnek alınmıştır. Fakat insan beyninin karmaşık yapısına kıyasla YSA yapıları çok daha basittir. Parametrik ve doğrusal olmaması “ve”, “veya”, “değil” gibi mantıksal anlatımlarla kurgulanabilir olması nedeniyle doğrusal olmayan ilişkileri açıklamada özellikle doğrusal modellere göre daha yüksek başarı göstermektedir.

Yapay sinir ağları (YSA) 1980’lerin ortalarından günümüze kadar birçok bilimsel disiplin içindeki çalışmalara konu olmuştur. Uzaktan algılamada YSA’ nın kullanımı göreceli olarak yeni olmasına rağmen yapılan çalışmalar önemli derecede artmıştır. Uygulamaların çoğunda “geri yayılım” (backpropagation) algoritmasıyla eğitilen “çok katmanlı perseptron” (multi layer perceptron “MLP”) YSA yapısının

kullanılmasına rağmen son yıllarda RBF, LVQ ve SOM gibi YSA yapıları da kullanılmaya başlanmıştır (Özkan, 2001).

Yapay sinir ağları, veri analiz etmede ve veri yapılarındaki durumların ortaya konulmasında geleneksel yöntemlere nazaran farklı çözüm yöntemleri sunmaktadır. Yapay sinir ağlarının içerisinde bulunduğu uzman sistemler, geleneksel yöntemlerin geliştirilmiş bir hali olup, nesil hesaplama yöntemleri içerisinde 5. Nesil hesaplama olarak da adlandırılmaktadır (Bayır, 2006).

Hesaplama yöntemlerinin nesillere göre sınıflandırılması ve nesillerde yer alan sistemleri Çizelge 1.2.' deki gibi özetlemek mümkündür.

Çizelge 1.2. Nesillere göre hesaplama yöntemlerinde yer alan sistemler

Nesiller	Nesillerde yer alan sistemler
1. Nesil Hesaplama Yöntemi	Turing makinelerinin gelişimiyle ortaya çıkan kablolar ve anahtarlardan oluşan sistemler
2. Nesil Hesaplama Yöntemi	Transistorun gelişimi
3. Nesil Hesaplama Yöntemi	Katı hal teknolojisinin gelişimini izleyen sistemler
4. Nesil Hesaplama Yöntemi	Gelişmiş devreler, entegreler kullanılmaya başlanması ile FORTRAN, C gibi programlamaya yönelik olan programlama dilleri geliştirildi.
5. Nesil Hesaplama Yöntemi	Yapay Zeka'yı kapsamaktadır.

Geleneksel hesaplama yöntemleri ile yapay sinir ağları arasında da bir takım farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıklar Anderson ve McNeill (1992)'e göre Çizelge 1.3.'deki gibidir.

Çizelge 1.3. Geleneksel hesaplamalar ile yapay sinir ağlarının farkları

Karakteristik Geleneksel hesaplama	Karakteristik Geleneksel hesaplama	Karakteristik Geleneksel hesaplama
İşlem Sırası	İşlem Sırası	İşlem Sırası
Fonksiyonlar - Kurallar	Kurallar Kavramlar ve Hesaplama Yoluyla Mantıksal (Sol Beyin)	Resimler Görüntüler Kontroller Yoluyla Geşalt (Sağ Beyin)
Öğrenme Metodu	Kurallarla (Diadaktik)	Örneklerle (Sokratik)
Uygulamalar	Muhasebe Kelime, işlem Matematik	Sensör işleme Ses Tanıma Desen Tanıma Karakter Tanımı Sınıflandırma

Yapay sinir ağları ile ilgili problem çözümü için farklı bir yaklaşım olan 6. nesil olarak da adlandırılan bir yaklaşım daha mevcuttur. Bu nedenle, yapay sinir ağlarının işlem sürekliliğine sahip olma özelliği, bir uzmana ve programlamaya ihtiyaç hissetmeden çalışacak şekilde tasarlanmasını sağlamıştır. Veri içinde yer alan deseni, kendisi tek başına örüntüyü tarayarak öğrenir. Uzman sistemler ile yapay sinir ağlarının karşılaştırılması Anderson ve McNeill (1992)'e göre Çizelge 1.4.'de verilmiştir.

Çizelge 1.4. Uzman sistemler ile yapay sinir ağlarının karşılaştırılması

Karakteristik	Uzman Sistemlerde Kullanılan Von Neumann Mimarisi	Yapay Sinir Ağları
İşlemci	Geleneksel işlemciler	Yapay sinir ağları, çok değişken teknolojilerde yazılım ve donanım.
Hafıza ayrık	Hafıza ayrık	Hafıza ayrık
İşlem yaklaşımı	Bir anda tek bir işlem ve tek bir kural, sıralı	Çoklu, eşzamanlı, paralel
Bağlantı	Dışarıdan programlama	Dinamik kendi kendine programlama
Kendi başına öğrenme	Sadece algoritmik parametreler iyileştirildiğinde	Sürekli uyum sağlayan
Hata toleransı	Özel işlemciler olmadığı takdirde yok	Bağlantılı olan nöronların yapısı gereği var
Programlama	Kavram ve kurallara bağlı, karmaşık	Kendi kendine programlanabilen, fakat ağınceden tasarlanması gerekmekte

YSA' nın avantajlarını şöyle sıralayabiliriz:

- a) Karmaşık verilerin çözümlenmesinde model oluşturma gibi istatistiksel sınıflamalara göre daha doğru sonuç vermektedir.
- b) Yüksek doğruluktaki sonuçlara, diğer yöntemlere göre daha hızlı ulaşılabilir.
- c) Ön bilgiler ve görüntü dışı veriler analiz içerisinde değerlendirebilmektedir.
- d) Farklı veri tiplerini (farklı algılayıcılardan alınan verileri) bir arada analiz etmektedir. Böylece, birden çok verinin olduğu çalışmalarda sonuç alınmasını kolaylaştırmaktadır.

YSA'nın genel özellikleri:

1. Doğrusal Olmama: Yapay nöronların doğrusal olmama özelliği yapay sinir ağlarının doğadaki hemen hemen her probleme uygulanabilmesini sağlamaktadır.
2. Paralellik: Klasik problem çözme algoritmalarının aksine yapay sinir ağları paralel çalışmaya uygun bir yapıya sahiptir. Bu özelliği sayesinde çok daha hızlı problem çözebilme yeteneğine sahip olmuştur.
3. Hata Toleransı: Genelleme yeterli seviyede ise giriş vektörünü tanımlayan parametrelerden bazılarının verilmemesi veya sağlanmaması durumunda ya da ağırlıklardan bazılarının bozulması veya kullanılamaz duruma gelmesi halinde de giriş vektörünü karşılayan çıkış verileri YSA tarafından kabul edilebilir doğrulukta üretilebilmektedir.
4. Öğrenme: Öğrenme süreci sistem girişleri ve sistem çıkışı arasındaki ilişkiyi veya giriş verileri arasındaki ilişkilendirmeyi tanımlayan ağırlık verilerinin elde edilme süreci olarak tanımlanabilir. YSA'na bu özellik öğrenme algoritması kullanılarak kazandırılır.
5. Genelleme Yapma: YSA'da ağırlıklar biyolojik sistemlerdeki hafızaya karşılık gelir. Eğitim sürecinin ardından YSA eğitim kümesinin dışındaki veriler için de çıkışlar üretilebilir.
6. Adaptasyon: Yapay sinir ağları, tanımı ya da parametreleri değişen probleme veya sisteme uygun çözümler sağlamak için tekrar tekrar eğitilebilir. Eğitim güncel olarak da gerçekleştirilebilir.

7. Analiz ve Tasarım Kolaylığı: YSA'ları, paralel yapısı nedeniyle büyük ölçekli entegre devre (VLSI) teknolojisi ile gerçekleştirilebilir. Ayrıca YSA'larının farklı yapılarını içeren birçok yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılımlar kolaylıkla temin edilebilir. Bu kolaylıklar YSA'larının cazibesini daha da arttırmıştır.

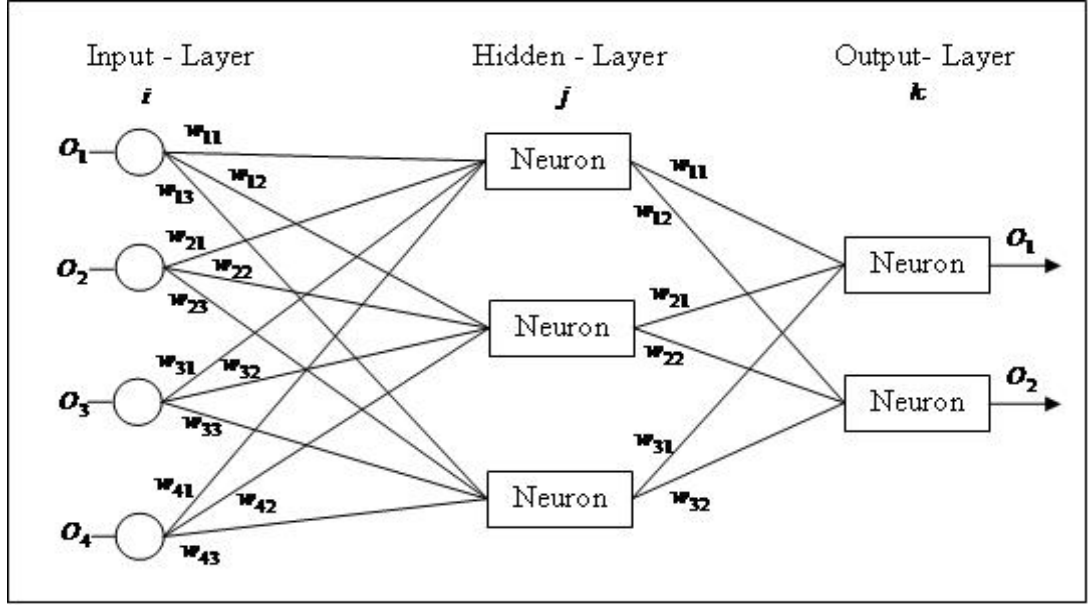
YSA'da yaygın olarak kullanılan dört tane aktivasyon fonksiyonu vardır. Bunlar doğrusal, rampa, basamak ve sigmoid fonksiyonlardır.

Doğrusal problemler çözmek amacıyla aktivasyon fonksiyonu doğrusal bir fonksiyon seçilir. Doğrusal aktivasyon fonksiyonları matematiksel olarak $F(x)=A*x$ olarak genellenebilir. Bu formülde A sabit bir katsayıdır.

Basamak fonksiyonu girdilerin sıfırdan büyük olup olmamasına göre -1 veya 1 çıktısı veren fonksiyondur. Sadece iki çeşit çıktı vermektedir.

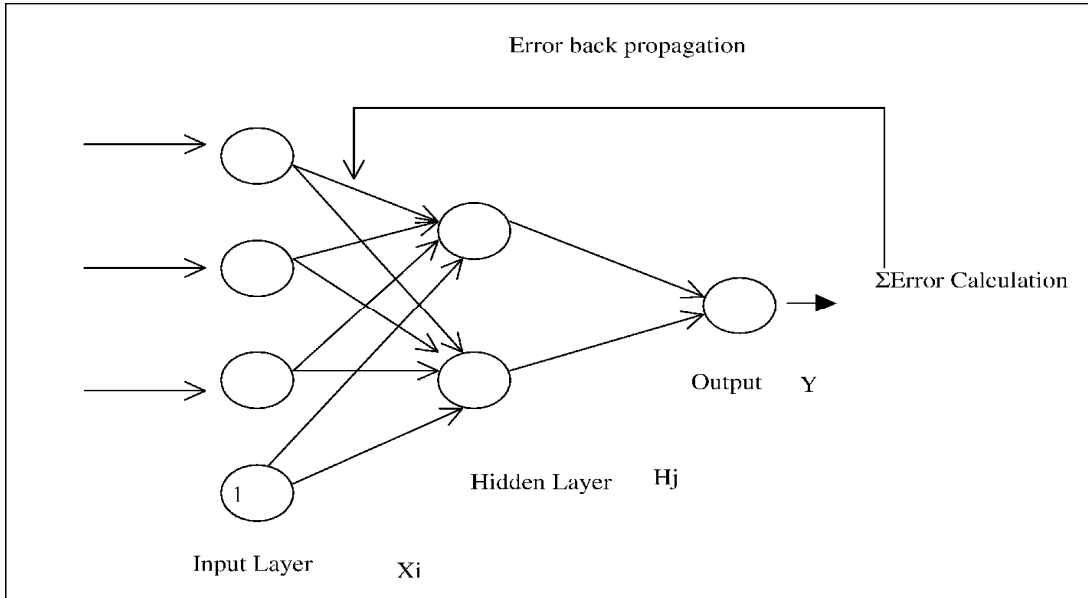
Sigmoid aktivasyon fonksiyonu ise sürekli ve türevi alınabilir bir fonksiyondur. Doğrusal olmayışı dolayısıyla yapay sinir ağı uygulamalarında en sık kullanılan fonksiyondur. Bu fonksiyon girdi değerlerinin her biri için sıfır ile bir arasında bir değer üretir. Sigmoid fonksiyonunun matematiksel ifadesi $F(x) = 1/[(1+e)^{-x}]$ ' dir.

Yapay sinir ağları yapılarına göre ileri beslemeli ve geri beslemeli ağlar olmak üzere ikiye ayrılırlar. Geri beslemeli bir ağda nöronlar genellikle katmanlara ayrılmışlardır. Giriş sinyali veya sinyallerinin olduğu katmana giriş katmanı, çıkış sinyali veya sinyallerinin olduğu katmana çıkış katmanı ve giriş ile çıkış arasındaki nöron katmanlarına da gizli katman veya ara katman denilir. İşaretler, giriş katmanından çıkış katmanına doğru tek yönlü bağlantılarla iletilir. Şekil 1.1.'de ileri beslemeli bir yapay sinir ağı görülmektedir.



Şekil 1. 1. İleri beslemeli yapay sinir ağı modeli (WEB 1)

Geri beslemeli yapay sinir ağı ise, çıkış ve ara katman çıkışlarının, giriş birimlerine veya önceki ara katmanlara beslendiği bir ağ yapısıdır. Bu ağ mimarisi, genellikle danışmansız öğrenme kurallarının uygulandığı ağlarda kullanılmaktadır. Şekil 1.2’de de geri beslemeli bir yapay sinir ağı görülmektedir.



Şekil 1. 2. Geri beslemeli yapay sinir ağı modeli (WEB 2)

YSA'da hata değişimini inceleyen iki çeşit kural vardır.

1- Hata düzeltme kuralları

2- Gradyen kuralları

Hata düzeltme kuralları; Her bir giriş örüntüsünde ağırlıkları yeniden ağırlayarak çıktı hatasını en aza indirmeye çalışırlar. Gradyen kurallarında ise, ağırlıklar yeniden ayarlanarak ortalama karesel hatayı (MSE) en aza indirilmeye çalışılır.

Ağırlık vektörü ile çalışılan YSA'da önemli noktalardan birisi, bir öğrenme kuralı geliştirip, enformasyon bölgesi kullanarak (eşik fonksiyonu ile) ağırlık vektörü "w" yı istenilen YSA performansı verecek noktaya yöneltmektir. Genellikle öğrenme kuralı için bir performans ya da maliyet fonksiyonu tanımlanır. Minimizasyon veya maksimizasyon ile "w" vektörü bulunur. Bir performans çeşidi olarak bilinen, MSE (karesel ortalama hata) şu şekilde tanımlanır:

$$F(w) = \int |f(x) - G(x, w)|^2 r(x) dv(x)$$

Amaç F'i küçültmeye çalışmaktır.

y=G(w,x):sistemin giriş çıkış fonksiyonu.

y:çıkış işareti vektörü

x:giriş işareti vektörü

w:ağırlık vektörü

r(x):olasılık yoğunluk fonksiyonu

Eğitme algoritmaları YSA'nın ayrılmaz bir parçasıdır. Eğitim algoritması eldeki problemin özelliğine göre öğrenme kuralını YSA'na nasıl adapte edeceğimizi belirtir. Üç çeşit eğitim algoritması yaygın olarak kullanılmaktadır.

1- Öğreticili eğitim (supervised training).

2- Skor ile eğitim (graded training).

3- Kendini düzenleme ile eğitim (self-organization training)

Öğreticili eğitimde, elimizde doğru örnekler vardır. Yani bizim veri setimizdeki gibi; (X_1, X_2, \dots, X_n) şeklindeki giriş vektörünün, (y_1, y_2, \dots, y_n) şeklindeki çıkış vektörü, tam ve doğru olarak bilinmektedir. Herbir (x_1, y_1) , $(x_2, y_2), \dots, (x_N, y_N)$ çifti için ağ doğru sonuçları verecek şekilde seçilen bir öğrenme kuralı ile beraber eğitilir.

Ne tür eğitim yöntemi kullanılırsa kullanılsın, herhangi bir ağ için gerekli karakteristik özellik, ağırlıkların verilen eğitim örneğine nasıl ayarlanacağını belirtilerek öğrenme kuralının oluşturulmasıdır. Öğrenme kuralı ile ilişkili parametrelerin zaman içinde gelişme kaydetmesiyle değişebilir.

Bu çalışmanın amacı toprak tuzluluğunun karakterize edilmesinde ve toprak tuzluluk parametrelerinin tahmin edilmesinde yüksek çözünürlükte görülebilir ve yakın kızılötesi yansıma spektrometre tekniğinin yapay sinir ağları tekniği ile birlikte kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Szabolcs (1991), kurak ve yarı kurak bölgeler dünyadaki toplam alanın yaklaşık % 46'sını kaplamaktadır. Bu iklim bölgelerinde sulanan alanların yaklaşık % 50'sinde ise değişik düzeylerde tuzluluk sorunu vardır. FAO/UNESCO tarafından hazırlanan raporlarda, Dünya Toprak Haritası verilerine dayanarak, dünya genelinde 954 milyon hektar tuzdan etkilenmiş ve üretkenliği kısıtlanmış toprak bulunduğu bildirilmektedir.

Galvao ve ark. (1997), tarafından Brezilya da 6 adet önemli toprak sınıfında profil açılarak toprağın kimyasal özelliklerinin ve spektral özelliklerinin profil boyunca nasıl değiştiğini ve bu değişimin uydu verileri ile ilişkisini tespit edebilmek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada 10 nm aralıklarla 22 adet dalga boyunda 35 adet toprak örneğinde ölçüm yapılmıştır. Profil boyunca yansıma oranlarında değişim bulunmuştur. Bu değişim; özellikle Fe_2O_3 (toplam demir), TiO_2 ve Al_2O_3 içeriğinden kaynaklandığı görülmüştür. Ayrıca dalga boyu çeşidine göre de grafikte değişimler meydana gelmiştir. Spektral imzadaki bu değişim de ise kil miktarı ve demir karbon etkileşimin etkili olduğu görülmüştür. Özellikle 2200 nm den sonra Al_2O_3 bileşenleri ile Fe_2O_3 bileşeni arasında yüksek ilişki bulunmuştur. Çünkü bu aralıkta kil minerallerinin yansımada etkinliği artmaktadır. Hematitce zengin toprakların götitçe (geotit) zengin topraklardan daha iyi ayrılabilirdiği görülmüştür.

Kanellopoulos ve Wilkinson (1997), araştırma, ağ eğitimi ve genel sınıflama performansını optimize etmenin en uygun yöntemini belirlemek amacıyla uzaktan algılanmış verilerin sınıflanması için sinir ağı kullanılan, beş yıl süren bir takım deneysel araştırmaları anlatmaktadır. Bu alanlarda sınınan en iyi uygulamalar; ağ yapısı seçimi, algoritma optimizasyonunun kullanılması, girdi verisinin ölçeklendirilmesi, kaos etkisinden kurtarma, arttırılmış özellik verilerinin kullanımı ve hibrid sınıflayıcı yöntemleridir. Sonuç olarak çok miktarda uygulama güncel olarak kullanılmaktadır. Sinir ağları, uzaktan algılamada süreklilik gerektiren görüntü işleme ihtiyacı için güvenle kullanılabilir.

Kwiatowski (1998), dünya topraklarının en önemli sorunlarından birisi tuzluluk ve alkalilik sorunudur. Dünyada her yıl 10 milyon hektar arazinin tuzluluk nedeniyle elden çıkması, sorunun boyutunu daha iyi göz önüne sermektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yetersiz yağış ve aşırı buharlaşma tuzluluğun oluşmasında en başta gelen nedenlerinden birisidir (Richards ve ark., 1954; Oz ve Karasu, 2007).

Pannell ve ark. (1999), “Kurak Topraklarda Tuzluluğun Ekonomik Bölgesel Etkileri” adlı çalışmada, bölgesel düzeydeki tuzluluk ve miktarı ile ilgili, bireysel çiftlik modelleri kullanılarak tuzluluk senaryosu 2020 üretilmiştir. Bu araştırma üç amaca yönelik olarak yapılmıştır. Bunlardan birincisi tuzluluğun fiyatlandırılmasında değer biçmek, ikincisi; tuzluluk probleminin giderilmesi için yol göstermek ve genel prensipleri belirlemek, üçüncü olarak ta bazı ekonomik yayınlara ışık tutmak amacına yöneliktir. Ekonomik analizler fiyat çalışması ve fayda-fiyat çalışmaları olmak üzere iki aşamada incelenmiştir.

Berberoğlu (1999), çalışmanın temel amacı Akdeniz Bölgesi’ndeki arazi örtüsünün uzaktan algılama ile belirlenmesi için uygun bir yöntemin geliştirilmesidir. Üç farklı Landsat TM görüntüsünün sınıflanması için MO, YSA ve tekstür analizlerinden oluşan sınıflama teknikleri Çukurova Bölgesi’nde kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, YSA yönteminin MO yöntemine göre %15 daha iyi sonuç verdiği saptanmıştır.

Nagler ve ark.(2000), tarafından spektrumun 400–2500 nm aralığında 6 tip toprakta (kuru ve yaş şartlarda) ve 3 farklı tip 18 adet bitki üzerinde bir çalışma yürütülmüştür. Spektral ölçümler halojen lamba kullanılarak laboratuvar ortamında yapılmıştır. Selüloz ve lignine bağlı olarak kuru bitkideki absorban dalga boyu 2100 nm belirlenmiştir. Suyun toprak ve bitki yansıma oranında önemli etken olduğu görülmüştür. Aşırı koyu renkli topraklarda ıslak ve kuru renk yansıma oranları hemen hemen birbirlerine eşit iken diğer topraklarda kuruyken oluşan yansıma oranı ıslakken oluşan yansıma oranının yaklaşık iki katı kadardır.

Peddle ve ark. (2001), spektrometre ile ölçülen değerlerin uydu verileri ve diğer spektral kaynaklar ile birlikte kullanılabilirliği için gerekli standardın sağlanması amacıyla yansıma değerlerinin hangi dönüşüm ve düzeltmelere tabii tutulması gerektiğini araştırmışlardır. Kullanılacak $BaSO_4$ ve spektralon plaka dışında Kodak Gri kartın spektral kalibrasyonda kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Özellikle güneş açısındaki değişim ile panelde (Kodak Grey Card (KGC)) meydana gelen değişim oldukça düzgün ($R^2=0.99$) çıkmıştır.

Özkan (2001), üç ana YSA yapısı ve buna bağlı görüntü sınıflama algoritmaları karşılaştırılmıştır. Bu YSA yapıları, MLP, RBF ve LVQ' dur. Bu algoritmalar içerisinde görüntü sınıflamada en çok kullanılan MLP yapısının farklı algoritmaları karşılaştırılmıştır. Bunlar: DBD (delta bar delta), EDBD (geliştirilmiş delta bar delta), BFG Quasi – Newton geri yayılım algoritması, CGB Powell – Beale gradient azatlım algoritması, CGP (Polak – Ribiere gradient azatlım algoritması), OSS tek adım sekant yöntemi, RP esnek öğrenme ve SCG ölçeklendirilmiş gradient azatlım algoritmasıdır. Bunlar arasında en iyi sonuçları, MLP YSA yapısı vermiştir. Bu yapı içerisinde en iyi sonucu da BFG ve CGB algoritmaları vermiştir.

Guan ve Wang (2002), çalışmasında kentsel gelişimi modellemek için CA temelli YSA modelini kullanmıştır. Bu yaklaşımda iki katmanlı Geri-Yayılım (Back-Propagation, BP) sinir ağları, geçmiş veri setini karşılayan uygun olan parametrelerin araştırılması için CA model ile entegre edilmiştir. CA simülasyonundan elde edilen parametreler ya da ağırlık değerleri sinir ağlarının eğitme/öğrenme süreci ile otomatik olarak tespit edilmiştir. Kullanıcı faktörünün bu yöntemle modele dahil edilmemesi daha objektif sonuçlar elde edilmesine yardımcı olmaktadır. Daha sonra simülasyon boyunca her bir piksele ait kentsel olasılık sinir ağları yardımıyla belirlenmiştir. Sonuç olarak kentsel CA-YSA yöntemi kentsel yapının doğrusal olmayan ve kompleks yapısını modellemede objektif ve başarılı sonuçlar vermiştir.

Datta ve Jong (2002), “Hindistan-Haryana Kuzeydoğu Bölgesindeki Toprak Tuzluluğu ve Taban suyunun Ürün-Toprak Verimliliğine Etkileri” adlı çalışmasında tuzluluğa neden olan faktörler incelenmiş ve yapılan analizler sonucu bu zararın bugünkü ekonomik değeri hesaplanmıştır. Hindistan-Haryana’da tuzluluğun en büyük nedenleri arasında sulama suyu miktarının fazla olması fakir nitelikli yer altı sularını sulamada fazla miktarda kullanılması ve yüksek taban suyu sorununun olmasıdır. Sulama suyunun dağıtımındaki sorunlar ve toprak türleri, yer altı suları gibi çevresel parametrelerinin farklı olması nedeniyle oluşan gelir kayıpları uniform değildir. Toprak tuzluluğu ve taban suyu problemi sonucu oluşan çevresel regresyonun ekonomik kaybı yüksek miktardadır. Analizlere göre yaklaşık olarak hektara 23 900 \$ (1998-1990’ daki cari fiyatlar) net bugünkü zararın değeridir. Tahmin edilen yıllık potansiyel kayıp yüksek taban suyu görülen tuzlu alanlarda yaklaşık olarak 37 milyon dolardır.

Çullu (2003), “Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Kullanılarak Toprak Tuzluluğunun Ürün Verimi Üzerine Etkisinin Tahmin Edilmesi” adlı çalışmasında, Uzaktan algılama ve GIS teknikleri kullanılarak tuzluluğun ürün verimi üzerine olan etkisini tahmin etmeye çalışmıştır. Harran Ovası’nın güneydoğusunda yer alan Arıcan Köyünün tuzlu toprakları çalışma alanı olarak seçilmiş, çalışma alanının toprakları analiz edilerek, EC haritası çıkartılmıştır. Bu çalışmada tuzluluk dereceleri hafif tuzlu (4 dS/m), orta tuzlu (9.2 dS/m) ve şiddetli tuzlu (13.4 dS/m) sınıflarına ayrılarak pamuk ve buğday verimindeki kayıplar bulunmuştur. Araştırma sonucuna göre 13.4 dS/m’ye kadar yükselen değerlerinde pamuk veriminde % 29.06, buğday veriminde %35.4 bir kayba neden olduğu ve pamuk ürününün buğday ürününe göre tuzluluğa karşı daha dayanıklı olduğu bulunmuştur.

Dematte ve ark. (2004), tarafından iki farklı tropik toprak tipinde artık fermantasyonunun topraklardaki spektral yansıma oranına etkisi araştırılmıştır. Örnekler laboratuvar ortamında yakın kızıl ötesi spektrometre ile ölçülmüştür. Tipik Quartzsament topraklar ile tipik Argiudoll topraklar; düşük demir içeriği, organik materyal ve magnetit içeriklerine bağlı olarak farklı yansıma oranları vermiştir. Topraklara katılan atıkların kimyasal içeriklerine ve dozlarına bağlı olarak

yansıma oranlarında da değişimler meydana gelmiştir. Kalsiyum ve potasyum miktarının arttığı atıklarda yansıma oranında arttığı görülmüştür. Doz miktarları topraktaki varlıklarına göre tipik quartzipsament topraklarda 760-900 nm, 2080-2350 nm ve 2350-2500 nm de, tipik argiudoll topraklarda ise 760-900 nm, 1118-1270 nm, 1300-1460 nm ve 1550-1750 nm de karakteristik bulunmuştur. Landsat verileri de daha düşük detayda olmak üzere aynı davranışı göstermişlerdir.

Amici ve ark. (2004), bu çalışmada sel riski altındaki alanlarda değişimin haritalanması için SAR (Synthetic Aperture Radar) görüntüsü kullanılmıştır. Çalışmanın temel amacı bulanık ve sinirsel bulanık tekniklerin SAR verilerinin sınıflanması için uygunluğunun değerlendirilmesidir. Yapılan çalışmanın sonucunda en yüksek doğruluk değeri % 90.3 üretici ve % 71.9 kullanıcı doğruluk oranları olarak bulanık sinir ağları yaklaşımında saptanmıştır.

Whiting ve ark. (2004), topraktaki su içeriğini tahmin edebilmek amacıyla 400-2500 nm dalga boyu aralığında bir çalışma yapmışlardır. Topraktaki su miktarı arttıkça yansıma oranında ki düşüş net bir şekilde görülmüştür.

Jain ve Feyissa (2005), YSA algoritmaları ve uzaktan algılanmış veriler yardımıyla kentsel büyüme simülasyonu yapmıştır. BP sinir ağları görüntüleri farklı arazi kullanımı kategorilerine ayırmak için kullanılmıştır. Kentsel alanın sınırları her bir yıl için CBS yazılımları kullanılarak belirlenmiştir. Model için doğruluk analizi oluşturulduktan ve veri seti analiz edildikten sonra SALNN (Simple Adaptive Linear Neural Network) model kullanılmıştır. Büyüme oranlarını araştırmak ve değişim eğilimlerini dikkate alarak geleceğe yönelik tahminde bulunmak amacıyla yıllar arasındaki değişim analiz edilmiştir. Sonuçlar YSA modelinin büyüme eğilimlerini simüle etmede ve simüle edilmiş veri ile gerçek büyüme arasındaki ilişkinin ortaya konmasında başarılı olduğunu göstermiştir.

Dematte ve ark. (2006), kuru ve nemli tropik topraklardaki değişimi spektral verilerle ilişkilendirmek, toprak mineralojisini tanımlamak için metod geliştirmek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Aynı zamanda farklı nem durumlarında kil tanımlaması yapmak ve onların toprak mineralojisiyle ilişkisini tespit etmek, uzaktan algılama tekniklerini kullanarak nem dağılımını belirlemek ve laboratuvar şartlarında (400-2500 nm) spektral model oluşturmak hedeflenmiştir. Dehidrasyon sebebiyle 1400 ve 1900 nm de absorban noktalar oluşmuştur. Kaolinit için 2200 nm nin karakteristik olduğu ve kuru şartlarda daha belirginleştiği ortaya çıkmıştır. Hidrate olmuş montmorillonit ve kaolinit örnekler kuru örneklerden daha belirgin absorpsiyon eğrileri oluşturmuştur. Merkezi 630 nm de oluşan absorpsiyon eğrisi kaolinit içeriğine hassas bulunmuştur. Kil yapılarına ait absorpsiyon eğrileri, toprak mineralojisinde yardımcı araç olarak kullanılabilir bulunmuştur. Topraktaki nem içeriği özellikle 1550–1750 nm aralığında test edilmiştir. Regresyon modelleriyle toprak nemi tahminleri 1400, 1900 ve 2200 nm de ($R^2=0,98$) başarılı sonuçlar vermiştir.

Sönmez ve Beyazgül (2008), Türkiye toprakları tuzluluğu genellikle üç tiptir. Bunlar; (1) tuzların eski göl yataklarında olduğu gibi su basmalarıyla biriktiği, (2) tuzların yüzeye yakın taban altı suyundan kapillarite ile yükselerek birikmesi, (3) bu iki oluşum şeklinin müşterek etkisiyle tuzlanmanın meydana geldiği durumlardır. Hidromorfik tuzlu alüvyal topraklar ise esas olarak ara sıra meydana gelen su taşkınlarının etkisinde kalan veya uzun müddet yaş kalan zayıf drenaja sahip sahalarda meydana gelmişlerdir. Ayrıca, kıyı kumul ve bataklık komplekslerinde tuza dayanıklı bazı otların ve sazların yetişebildiği, bu sahaların drenaj vasıtasıyla ıslahının mümkün olduğu ancak ıslahın doğal yaşam da göz önünde tutulacak olursa pratik ve devamlı olmayacağı ifade edilmiştir. Türkiye Arazi Varlığı Envanterine göre Türkiye’de 2 775 115 ha alanda yaşlık (drenaj) sorunu vardır. Toplam miktara göre 1 689 358 hektar alan yetersiz drenajlı, 776 312 hektar alan fena drenajlı, 283 381 hektar alan bozuk drenajlı, 26 064 hektar alan aşırı drenajlıdır.

Bilgili ve ark., (2011), Harran ovasında gerçekleştirilen bu çalışmada tuzluluktan etkilenmiş toprakların görülebilir yakın kızıl ötesi yansıma spektrometre yöntemi ile yansımaları tespit edilmiştir. 1000 ha'lık alanda gerçekleştirilen çalışmada farklı derecelerde tuzluluktan etkilenmiş 150 farklı lokasyondan 0-15 ve 15-30 cm derinlikte toprak örnekleme yapılmış ve elenmiş toprak örneklerinde saturasyon çamuru hazırlanarak EC değerleri tespit edilmiştir. Toplanan yansımalar ile toprak tuzluluk parametreleri arasındaki ilişki PLSR ve MARS metodu kullanılarak modellenmiş, ayrıca toprakların yansımaları kullanılarak toprakların farklı tuzluluk gruplarına ayrılması CART (sınıflandırma ve regresyon ağacı) yöntemiyle yapılmıştır. VNIRS data ayrıca topoğrafik data ile birleştirilerek tahminlerin doğruluğunun artırılması hedeflenmiştir. Sonuçlara göre yansımalar kullanılarak EC değerlerinin tahmin doğruluğu kullanılan metodolojiye göre değişim göstermiştir. En iyi neticeler topraklar içerisinde yüksek oranda jips içeren ve içermeyenlere göre grupladıktan sonra continuum metoduyla yansımaların işlendiği fırın kurusu toprakların kullanıldığı model olarakta MARS metodunun kullanıldığı yaklaşım olmuştur ($R^2=0.86$). Topoğrafik verilerle yansıma verilerinin birleştirilmesi de tahmin doğruluğunda % 12 civarında artırma sağlamış. CART analizi toprakları tuzlu, az tuzlu olarak ayırmada yansımaya bağlı olarak % 65 civarında başarı elde edilmiştir.

Bilgili ve ark.(2013), toprak tuzluluğunun tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini tehdit eden arazi bozulmalarına neden olduğunu tespit ettikleri bu çalışmada yaklaşık 18000 hektar alanın değişik düzeylerde toprak tuzluluğu ve sodik etkisi altında olduğunu haritalamışlardır. Toprakların doğru yönetilebilmesi için dağılımlarının bilinmesi gerekmektedir. Harran Ovasında yapılan bu çalışmada ilk adım olarak tuzlu ve sodik toprakların olduğu alanlar belirlenmiştir. Rastgele örnekleme yöntemi ile oavadan 200'ün üstünde örnek alınmış, laboratuvar ortamında tuzluluğun ve sodikliğin tespiti için gerekli analizler yapılmıştır. Kriging yöntemi ile tuzlu ve sodik toprakların oluşma ihtimali tespit edilmiştir. Kriging sonuçları farklı toprak tuzluluğu sınıfları altında riskli alanların olasılık dağılımlarını göstermiştir. Bunlar; tuzsuz, tuzlu, tuzlu-sodik, sodik.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmanın materyalini Harran ovası tuzluluk etkisinde kalmış alanlardan 0-30 cm'den alınmış 90 adet bozulmuş örnek oluşturmaktadır (Şekil 3.1).

3.1.1. Araştırma alanının coğrafik konumu

Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu bölgesinde bulunan Harran Ovası 36° 47' ve 39° 15' doğu meridyenleri ile 36° 40' ve 37° 41' kuzey paralelleri arasında olup yaklaşık 225.000 ha alanı kaplamaktadır. Güneyinde Suriye sınırı, kuzeyinde Urfa-Germuş Dağları, Batıda Fatik Dağları, doğuda ise Tektek Dağları bulunmaktadır. Ovanın ortalama denizden yüksekliği 350-500 m arasında olmakla birlikte, kuzeye doğru yükseklik artmaktadır. Bu çalışmada ovanın tuzluluk problemlerinin öne çıktığı, topoğrafik haritada alçakta olan alanlardan örnekler alınmıştır.

3.1.2. Araştırma alanının topoğrafik ve jeolojik yapısı

Doğu ve batıda yükseltiler hariç tutulduğunda topoğrafik olarak ova genel hatlarıyla iki kısımda incelenebilir. Taban araziler ve orta eğimli dalgalı araziler. Taban araziler Şanlıurfa il merkezinin güneydoğusunda başlayıp Akçakale ilçesine kadar devam eden, geniş Holosen düzlükleri kapsamaktadır. Bu arazilerin eğimi % 0-2 arasında değişmekle birlikte, çoğunlukla % 0.5 eğime sahiptir. Bu arazilerin toprak yüzeyi genelde düz olup, çok hafif bir tesviyeye gereksinim vardır. Araştırma alanı jeolojik bakımdan genellikle Kvarterner (Pleistosen-Holosen) alüviyallerinden oluşmuştur. Ovada Eosan, Oligo-Miyosen, alt Miyosen, Neojen, Pleistosen-eski alüviyon, Holosen yeni alüviyon ve bazalt birimleri yaygın olarak bulunmaktadır (Dinç ve ark., 1988).

Harran Ovası'nda sulanan alanların çok önemli bir kısmı düz topografyada yer almakta ve bitki gelişimi için yeterli derinliğe sahiptir. Genelde yüksek kireç ve kil içeriğine sahip olan toprakların organik madde seviyeleri düşüktür. Toprakta organik maddenin azlığı ve yüksek kil miktarı, toprak işleme, tohum yatağı hazırlama ve sulama işlemlerinde verimi etkileyici bazı problemlere neden olmaktadır (Çullu, 2003).

3.1.3. Araştırma alanının toprak özellikleri

Araştırma alanının toprakları genelde kireç ana materyal üzerinde oluşmuş ve demirce zengindir. Topraklar ince tekstürlü, düşük organik madde ve yüksek kireç içeriğine sahiptir (Aydemir, 2001). Harran ovası toprak serileri yedi ayrı fizyografik ünite üzerinde yer almaktadır.

1. Eosen-Oligosen yaşlı kireç taşı yükselteleri Fatik ve Tektek dağlarının eteklerindeki koluvial araziler,
2. Eosen-Miosen yaşlı kireç taşı tepecikleri
3. Pleistosen (yaşlı bazalt platolar)
4. Çamur akıntılarında (bajada) ibaret araziler
5. Lokal aluviyal araziler,
6. Çukur kil depoları sığ deniz koşullarından oluşmuş marnlı araziler ve
7. Eski göl tabanları şeklinde ayırt edilmiştir.

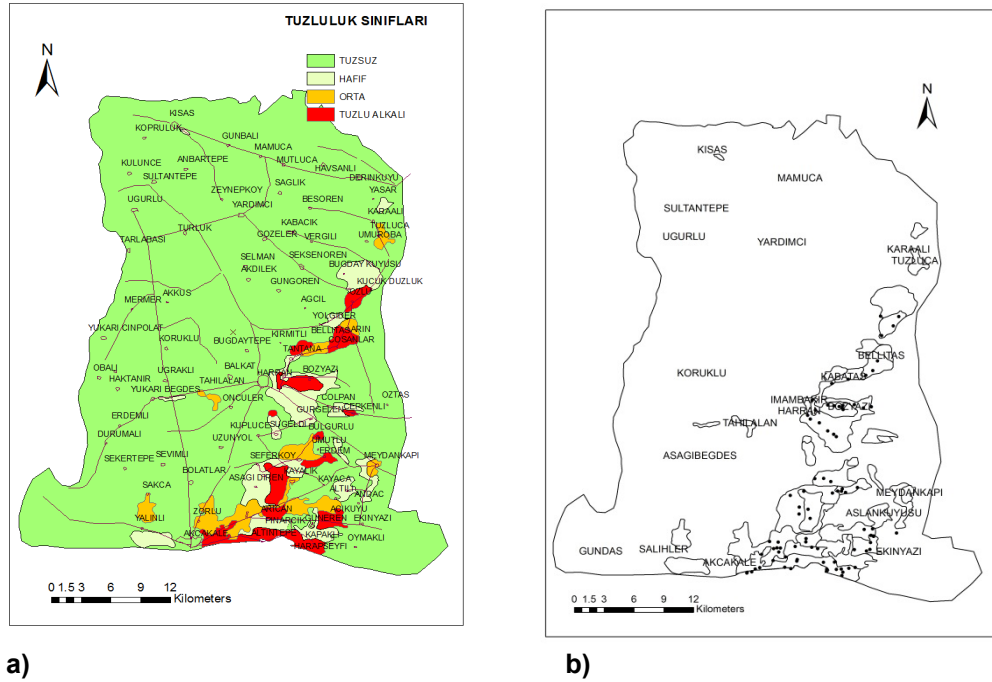
Daha önce yapılan çalışmalar sonucu bu üniteler üzerinde 25 toprak serisi belirlenmiş ve bunlardan 6 tanesi çalışma alanında yaygın şekilde bulunmaktadır. Bunlardan 25 tane toprak serisinden 21'i killi, ikisi siltli kil diğeri killi tın tekstürlüdür. Baskın kil mineralinin smektit grubu killer olduğu görülmüş bunun yanında diğere önemli paligorsgit kil mineralleri bulunmuştur. Toprakların kil içeriği yüksekliği yanında sferoidal makro yapı ve ayrıca paligorskit (iğne yapılı 2:1 tipi kil minerali), kil tekstürlü toprakların geçirgenliğini artırmıştır (Dinç ve ark., 1988). Genellikle iyi gelişmiş A-B-C horizonuna sahip bulunan ova topraklarının arid bölgeler için tipik olan kireç içerikleri yüksek olmasına rağmen OM miktarı genellikle % 1'in altındadır (Dinç ve ark., 1988).

3.1.4. Araştırma alanının iklim özellikleri

Çalışma alanında yarı kurak iklim hakim olup ortalama sıcaklık, yağış ve buharlaşma sırasıyla; 17 °C, 365 mm ve 1848 mm'dir (Aydemir, 2001). Şanlıurfa iline ait sıcaklık değerlerinin ortalaması çizelge 3.1.'de verilmiştir.

3.1.5. Toprak örneklerinin alınması

Ovada Çullu ve ark.(2010) tarafından belirlenen yaygın olarak tuzlulaşma problemi olan alanları temsil edecek biçimde 90 adet toprak örneği rastgele örnekleme sistemine ve toprak tuzluluğu şiddeti dağılımına göre 0-30 cm derinlikten alınmıştır (Şekil 3.1).



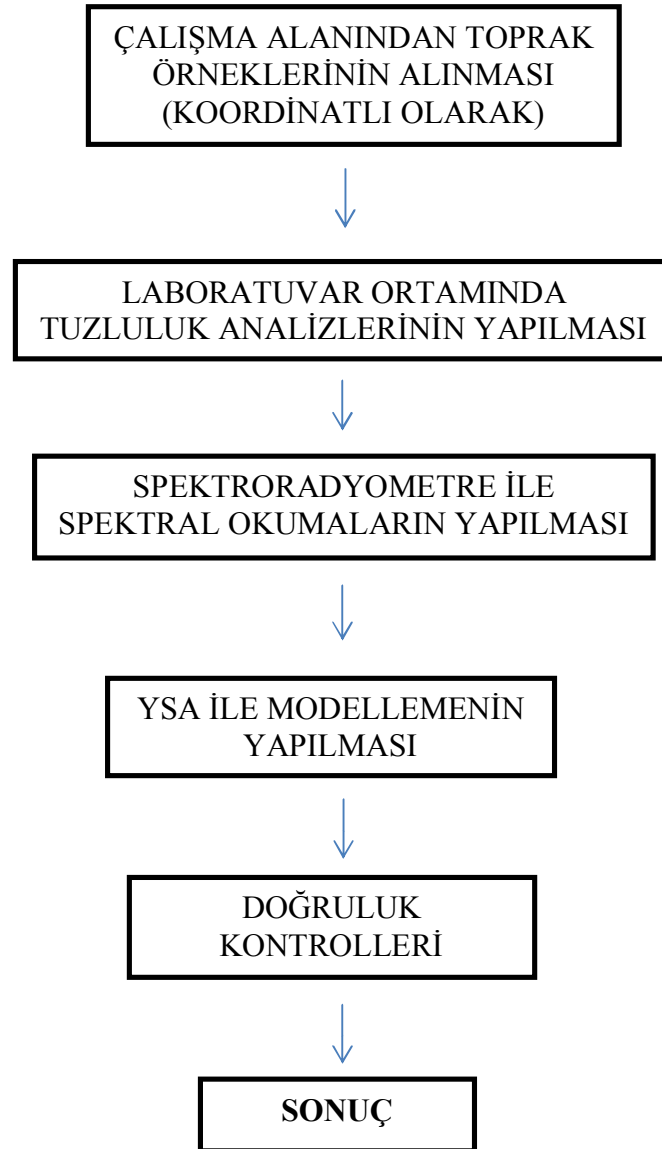
Şekil 3. 1. a) Harran ovası farklı tuzluluk sınıfındaki toprakların dağılım alanları (Çullu ve ark., 2010)
b) Farklı tuzluluk sınıflarına sahip alanlardaki örnekleme yerleri

Çizelge 3. 1. Şanlıurfa ili 1954- 2013 yılları arası ortalama, en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri (WEB 3)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık (°C)	5.6	6.9	10.9	16.1	22.1	28.2	31.9	31.2	26.7	20.2	12.7	7.5
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	10.0	11.9	16.5	22.2	28.6	34.7	38.7	38.2	33.8	26.9	18.5	11.9
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	2.2	2.9	6.1	10.5	15.5	20.8	24.3	24.0	20.0	14.7	8.4	4.1
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	4.1	5.1	6.2	7.5	10.1	12.2	12.3	11.3	10.1	8.6	5.5	4.0
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12.3	11.2	10.9	9.6	6.7	1.6	0.3	0.2	0.9	5.0	8.1	11.3
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m ²)	87.3	71.0	62.7	48.5	28.9	3.8	0.7	0.8	2.6	25.2	45.9	81.0
En Yüksek Sıcaklık (°C)	21.6	22.7	29.5	36.4	40.0	44.0	46.8	46.2	42.0	37.0	29.4	26.0
En Düşük Sıcaklık (°C)	-8.0	-9.6	-7.3	-3.2	6.0	10.0	15.6	16.0	11.2	2.5	-2.7	-6.4

3.2. Yöntem

Bu çalışmada daha önce tuzluluk problemi tespit edilen alanlardan 90 adet toprak örneği alınarak öncelikle 3.2.1.'de anlatılan laboratuvar analizleri yapılmış, daha sonra 3.2.2.'de anlatıldığı şekilde toprakların spektral okumaları yapılmış ve en son olarak 3.2.3.'de anlatıldığı şekilde YSA modeli oluşturularak sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 3.2.'de de çalışmanın akış diyagramı verilmiştir.



Şekil 3. 2. Çalışma akış diyagramı

3.2.1. Laboratuvar ortamında tuzluluk analizlerinin yapılması

Saturasyon çamurunun ekstraktı hava kurusu toprakların 2 mm'lik elekten geçirilip 100 g'ı alınarak saf suyla doygun hale getirilip 24 saat bekletildikten sonra eksrat makinesiyle alınmıştır.

Saturasyon çamurunun elektriksel iletkenliğinin belirlenmesi: Doygun halde bulunan saturasyon çamurundan elde edilen ekstraktın elektriksel iletkenlik degeri, elektriksel iletkenlik aleti yardımıyla laboratuvarında ölçülmüştür (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

pH değerinin tayini: Saturasyon çamurundan elde edilen ekstraktın pH değeri cam elektrotu bulunan pH metre ile tayin edilmiştir (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Kasyon değişim kapasitesi (KDK): Toprak örnekleri sodyum asetat çözeltisi ile muamele edilerek İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrofotometre (ICP) cihazıyla sodyum okuması yapmak sureti ile tayin edilmiştir (Bower ve ark., 1952).

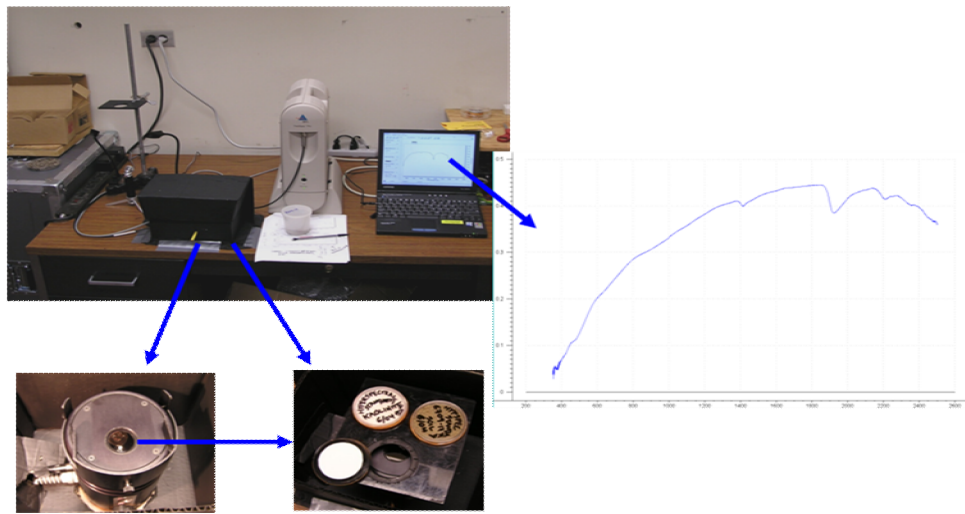
Değişebilir katyonlar (DK): Amonyum asetat ile reaksiyona giren toprağın tutabildiği katyonlar serbest bıraktırılarak AASP ile belirlenmiştir (Thomas, 1982).

Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR): $SAR = (Na^+ / (\sqrt{(Ca^{++}+Mg^{++}) / 2}))$ formülü kullanılarak hesaplama yoluyla bulunmuştur (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Değişebilir Sodyum Yüzdesi (ESP): Değişebilir sodyum yüzdesi $ESP = (Değişebilir Na / KDK) * 100$ hesaplama yoluyla bulunmuştur (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

3.2.2. Görülebilir ve yakın kızılötesi yansıma spektrometre (VNIRS) tekniğinin çalışmada kullanılması

Araziden toplanan ve 2 mm'lik elekten geçirilen toprak örnekleri VNIRS spektrometre ile (Şekil 3.3.) 350 nm ile 2500 nm arasında 1 nm spektral çözünürlük ile yansımaları elde edilmiştir. Bu şekilde her bir spektruma ait toplam 2150 adet veri elde edilmiştir. Hava kurusu topraklar 4 cm çapındaki optik petri kaplara konularak kabın altından Tungsten Quartz Halojen lamba ışığıyla yatay olarak 55 derecelik bir açıdaki sensörden 4 cm mesafede aydınlatılmıştır (Şekil 3.3.). Topraklar her bir petri örnek içindeki tekstüre bağlı farklılıkları (toprak içerisinde farklı büyüklükteki taneciklerin açılal farklılığı) ortadan kaldırmak amacıyla örnekler 90° derece döndürülerek 5 ilave okuma daha yapılmıştır. Yansımalar optimize edildikten sonra ve aletin kalibrasyonu spektralon (beyaz katman) kullanılarak yapılmış ve eğer okumalar arası fark varsa alet yeniden kalibre edilerek okumalara devam edilmiştir. Her bir örnekten elde edilen 10 okumanın ortalaması hesaplanmış ve her bir örnek için temsili bir yansıma elde edilmiştir. Spektral yansımaların daha sonra birincil türevleri Savitzky-Golay transformasyonu uygulanarak alınmış, ayrıca spektral okumalar her 10 nm' de bir ortalaması alınarak ve her 10 nm'de medyan değeri alınarak iki farklı şekilde denemek üzere azaltılmıştır.



Şekil 3. 3. Yüksek Çözünürlükte Görülebilir - Yakın Kızılötesi Yansıma Spektrometresi ve örnek bir toprak yansıması

3.2.3. Yapay sinir ağlarının yapısı

YSA yapısı oldukça anlaşılır bir yapıdır ve sinir ağlarını kullandığı için hemen hemen hiç değişmez. Model değişkenler içerisindeki karmaşık ilişkilerden kaynaklanan sorunları çözebilir. Bunun nedeni YSA'nın doğrusal olmayan data setlerindeki başarısıdır.

Genellikle bir sinir ağı, n tane farklı değişkenden oluşan, $x_n = [x_1, x_2, x_3, \dots, x_n]^T$, bir takım gözlemlerin sınıflanmasında kullanılabilir. Bir sinir ağı, bir giriş katmanı, bir çıkış katmanı ve bu katmanın arasındaki bazı gizli katmanlardan oluşur. Katmanlarda düzenlenen nöronlar ya da nodlar sinyallerin işlenmesindeki temel birimlerdir (Almeida ve Gleriani, 2005).

Katman 1: Giriş katmanında sisteme data setindeki bilgileri girilir ve diğer katmanlara buradan veriler aktarılır. Bu katmanda herhangi bir işlem yapılmaz. Bu katman örneğin spektral yansıma değerleri ve tahmine yardımcı olacak diğer (topoğrafik bilgiler) verilere ait değerleri içerir.

Katman 2: Gizli katmanların sayısı kullanıcı tarafından belirlenir. Genelde bir, fakat değişkenliği fazla olan veriler için birden fazla kullanılabilir. Bizim modelimizde bir gizli katman istediğimiz sonucu vermediği için iki gizli katman kullandık.

Katman 3: Bu sonuç katmanıdır (EC, pH, ESP sonuçlarının tahmin edildiği katman).

Her bir nöron çıkış katmanında bir sonuçla birleşir. Herhangi bir durum ağa sunulduğunda, her bir çıktı nöronu giriş durumu ile durumun ait olduğu sonuç arasındaki benzerliği temsil eden bir değer üretir.

Li ve Yeh, (2002)'ye göre, sinyal toplama ve aktivasyon süreçlerinin ölçülmesi için kullanılan algoritmalar oldukça anlaşılır yapıdadır. Alıcı katmandaki J nöronu eşitlik 3.1.'deki gibi hesaplanmaktadır:

$$Net_j = \sum_i W_{i,j} I_j \quad (3.1.)$$

I_j gönderici katmanındaki i nöronundan gelen sinyal; net_j , alıcı nöron j için toplanmış olan sinyal ve $W_{i,j}$ farklı giriş nöronlarından gelen sinyallerin toplanması için parametre ya da ağırlık değeridir.

Alıcı nöronlar, net_j 'den gelen tepkiler için bir aktivasyon oluşturur. Bu aktivasyon genellikle bir Sigmoidal fonksiyon şeklinde oluşturulur. Eşitlik 3.2.'deki gibi hesaplanır:

$$\frac{1}{1 + e^{-net_j}} \quad (3.2.)$$

Aktivasyon bir sonraki katman için bir giriş verisi olur. Eşitlik (3.1.) ve (3.2.) sinyallerin yeniden oluşturulması için kullanılır. Toplanma ve aktivasyon süreci çıkış verisi tarafından elde edilinceye kadar devam eder.

YSA'da ağırlıkların tanımlanması sinir ağı uygulamalarının başarısında önemli bir rol oynamaktadır. Eğitim veri seti geri-yayılma (BP, backpropagation) öğrenim algoritmasına bağlı olarak optimal ağırlıkları kullanmak zorundadır (Bilgili, 2010). Geri-yayımlı sinir ağı, 1986 yılında Rumelhart ve McClelland tarafından geliştirilmiş ve YSA uygulamasında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bir geri yayılma algoritmasına bağlı Aktivasyon Transfer Fonksiyonu (Activation Transfer Function, AFT) genellikle diferansiyellenebilir Sigmoid (S-formu) fonksiyonudur ve doğrusal olmayan data setlerinin tahmin edilmesine yardımcı olur (Berberoğlu, 1999; Guan ve Wang, 2000; Berberoğlu, 2000). Algoritma eğitim setine bağlı olarak gerçek ve tahmin edilen çıktı verileri üzerindeki hatayı minimize etmektedir (Rumelhart ve ark., 1986; Foody, 1996). Ağırlıklar elde edildiği zaman ağ, tahmin için hazırdır.

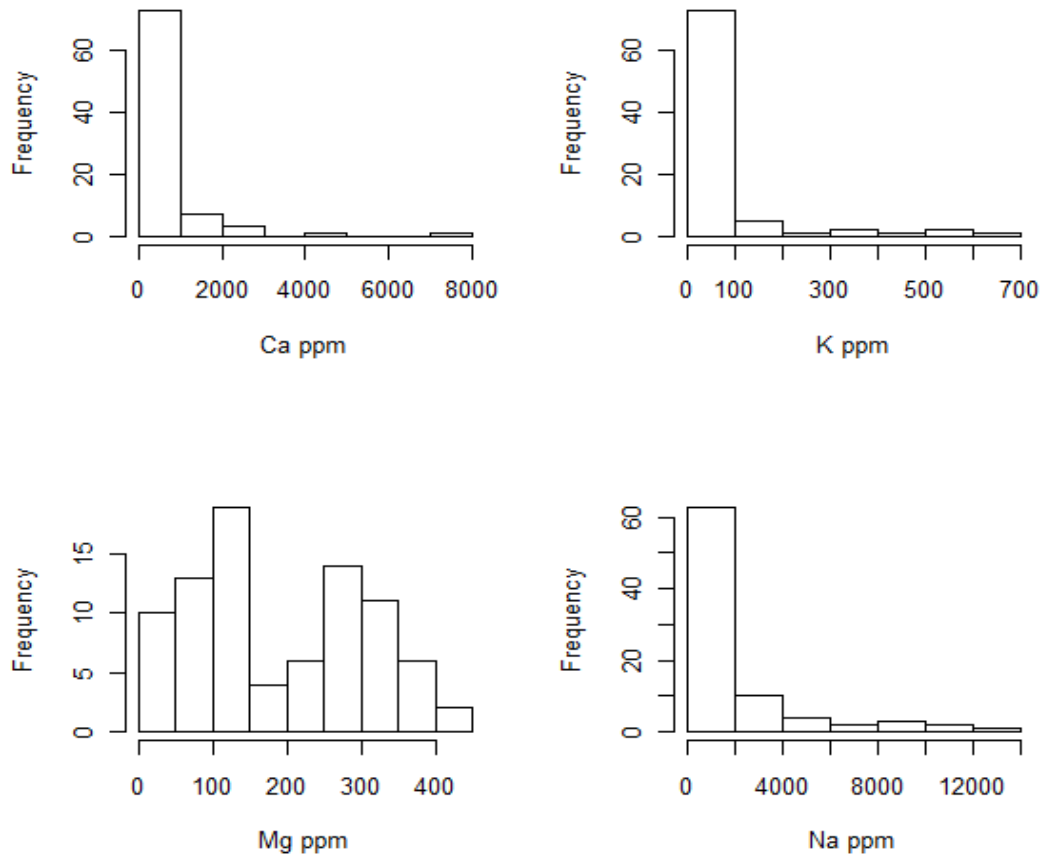
YSA'nın yapısında bulunan geri-yayılım özelliği ile validation aşamasında model sürekli bir kontrol mekanizması altındadır. Validation sürecinde, ağdan çıkan çıktı verileri, gerçek dünyaya ait veriler hedef alınarak değerlendirilir (Guan ve Wang, 2000). Ağdaki çıkış verileri ve hedef veri seti arasındaki farkı en az seviyeye indirmek için ağırlık ve eğilimler ayarlanır. Bu süreç çıktı ve hedef veri setleri arasındaki fark en az seviyeye gelinceye kadar devam eder. Validation sürecinden sonra ağ, söz konusu tahminleri yapmaktadır.

Çalışmada kullanılan ve yukarıda detaylı olarak anlatılan iki gizli katmanlı ileri beslemeli geriye yayılım algoritması ve hem giriş hem de çıkış katmanında sigmoid transfer fonksiyonu bulunan model MATLAB yazılımı ile tasarlandı.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Toprak Örneklerinin Analiz Sonuçları ve Tuzluluk Parametreleri

Araştırmada kullanılan toprak tuzluluk parametrelerinin tanıtıcı istatistikleri Çizelge 4.2. ve dağılımlarını gösteren histogramlar sırasıyla Şekil 4.1., 4.2. ve 4.3.'de gösterilmektedir. Bu histogramlara göre çözülebilir magnezyum normal bir dağılım göstermekte, diğer parametreler ise sağa yatık (bazı yüksek değerlerin varlığından dolayı) bir dağılım göstermektedir. Çözülebilir kalsiyum sonuçları 58.8 mg/l ile 7453 mg/l; çözülebilir potasyum sonuçları 3.5 mg/l ile 662.8 mg/l; çözülebilir magnezyum sonuçları 15.9 mg/l ile 418.9 mg/l aralığında bulunmuştur (Çizelge 4.2.).



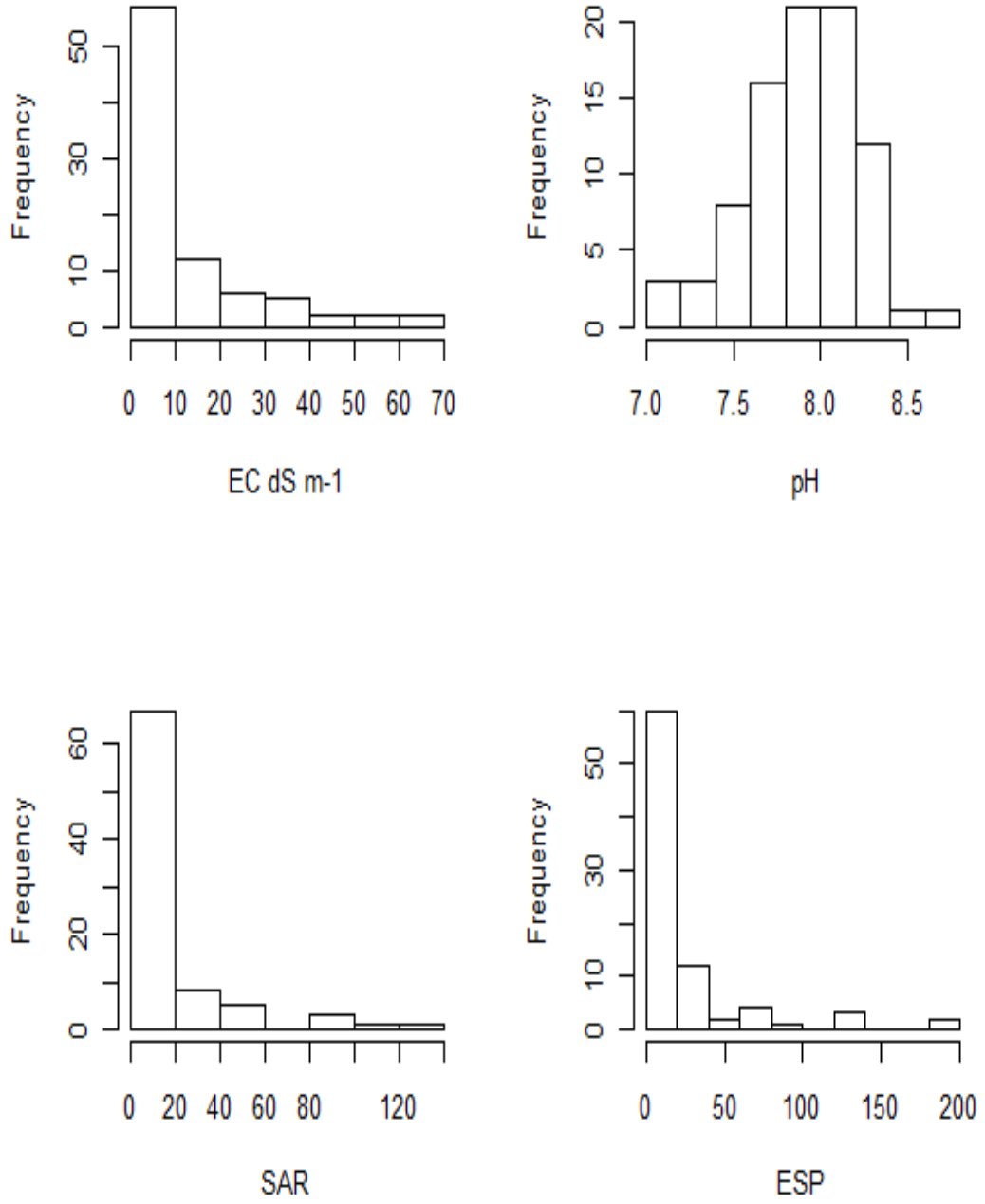
Şekil 4. 1. Toprak Tuzluluk Parametreleri (Çözülebilir Ca, K, Mg, Na)

Saturasyon çamurundan elde edilen ekstraktın sodyum değerleri 25.9 mg/l ile 380 mg/l aralığındadır (Şekil 4.1.). Saturasyon çamurundan elde edilen ekstraktın pH değerleri 7.05 ile 8.62; EC değerleri 0.6 dS/m ile 66.2 dS/m aralığında bulunmuştur (Çizelge 4.1.).

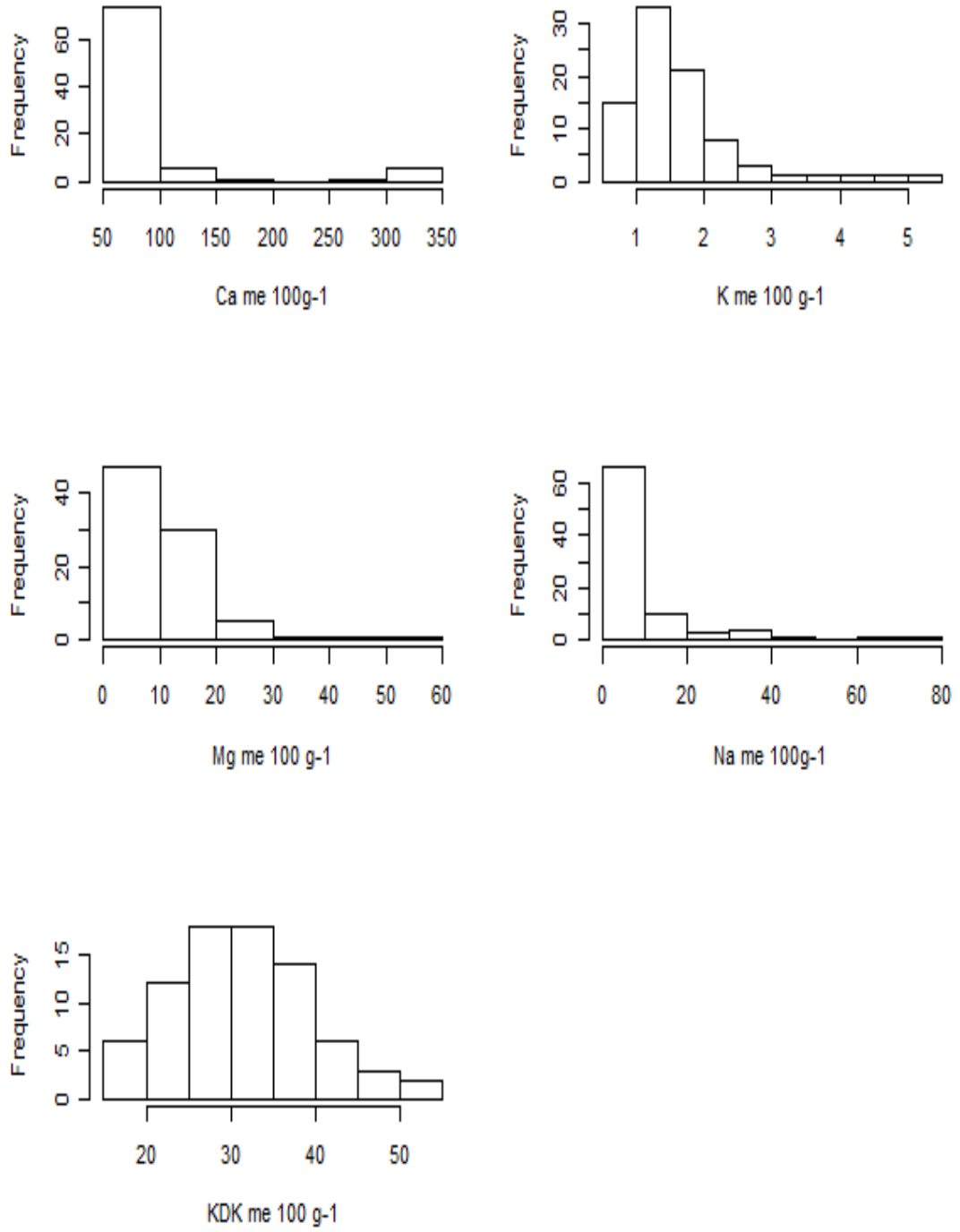
Saturasyon çamurundan elde edilen ekstrakt okumalarına ve amonyum asetatla yıkamadan elde edilen değişebilir sodyum değerleri Şekil 4.1.' ve 4.3.'de verilmiş ve bu değerler kullanılarak Şekil 4.2. ve 4.3.'deki KDK, SAR ve ESP hesaplanmıştır.

Toprak tuzluluk parametrelerinin verildiği histogramlar incelendiğinde KDK ve pH değerlerinin normal dağılım gösterdiği, EC, SAR, ESP ve değişebilir katyonların ise sağa yatık bir dağılım gösterdiği görülmektedir. Sağa yatık dağılım gösteren histogramlar data seti içinde yüksek değerlerin olduğunu göstermekte, bu durum ise data seti içinde farklı tuzluluk sınıfına giren toprakların olduğunu göstermektedir.

Bulunan EC, pH ve ESP değerlerine göre topraklar sınıflara ayrılmıştır (Çizelge 4.1.). Buna göre 90 toprak örneğimizden 17 adeti tuzlu ($EC > 4$ dS/m, $pH < 8.5$, $ESP < 15$), 41 Adeti tuzsuz ($EC < 4$ dS/m, $pH < 8.5$, $ESP < 15$) ve 32 adeti tuzlu-alkali ($EC > 4$ dS/m, $pH \geq 8.5$, $ESP > 15$) olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. 2. Toprak Tuzluluk Parametreleri (SAR, ESP, EC, pH)



Şekil 4. 3. Toprak Tuzluluk Parametreleri (KDK, Değişebilir Ca, K, Mg, Na)

Çizelge 4. 1. Analiz sonuçlarına göre toprakların sınıflandırılması

Tuzluluk Sınıfları	Tuzsuz	Tuzlu	Tuzlu-alkali
Toprak Sayısı	41	17	32

Araziden alınan toprak örneklerinin tuzluluk değişkenlerinin (EC, pH) ve spektrometre okumalarının çalışma alanındaki dağılımları ve temel istatistikleri Çizelge 4.2. ve Şekil 4.4. de sırasıyla gösterilmektedir. Buna göre değişkenler arazide geniş bir dağılım göstermiş ve elde edilen sonuçlara göre topraklar tuzsuz, tuzlu, tuzlu-alkali gibi farklı tuzluluk sınıfları şeklinde gruplanmıştır (Çizelge 4.1.). Varyasyon katsayılarına göre arazide en fazla değişkenlik sırasıyla EC ve çözülebilir Na değerlerindedir (Çizelge 4.2.). Çizelge 4.3. toprak tuzluluk parametreleri arasındaki korelasyon ilişkilerini vermektedir. Buna göre toprak EC değeri ve pH arasında önemli derecede negatif ilişki elde edilmiştir ($p<0.01$). Bu veriler tuzluluk şiddeti dağılımının belirlenmesinde hızlı ve daha az masraf gerektiren değerler olarak dikkati çekmektedir. Toprak tuzluluk parametreleri arasında istatistiksel olarak önemli ilişkiler elde edilmiştir. ESP ile EC, SAR, Çözülebilir ve değişebilir kationların çoğu arasında çok önemli pozitif ($p<0.01$) ilişki elde edilmiştir (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4. 2.Toprak tuzluluk parametrelerinin tanıtıcı istatistikleri

(n=90)	Min.	Medyan	Ortalama	Max.	Stdsapma	VK [†]
Çözülebilir Ca (ppm)	58.8	7394	657.6	7453	990	150.5
Çözülebilir K (ppm)	3.5	659	59.9	662	130	217.02
Çözülebilir Mg (ppm)	15.9	403	187.2	418	114	60.8
Çözülebilir Na (ppm)	25.9	13754	1.7	13780	2930	172352
pH	7.05	1.57	7.9	8.62	0.3	3.8
EC	0.6	65.5	1.1	66.2	15.2	1381.8
Değişebilir Ca (me 100 g ⁻¹)	5.01	1.1	8.5	3.4	6.7	78.8
Değişebilir K (me 100 g ⁻¹)	0.02	0.1	1.6	5.03	0.3	18.7
Değişebilir Mg (me 100 g ⁻¹)	3.8	2.2	1.1	5.9	8.3	754.5
Değişebilir Na (me 100 g ⁻¹)	0.03	2.8	8.6	7.19	1.3	15.1
KDK (me 100 g ⁻¹)	1.5	2.2	3.1	2.3	7.9	254.8
ESP	1.8	1.1	2.4	197	3.9	162.5
SAR	2.09	5.1	1.4	1.2	2.4	171.4

[†] Varyasyon katsayısı (%) (Standart sapma/Ortalama*100)

Çizelge 4. 3. Değişkenler arasındaki korelasyonlar

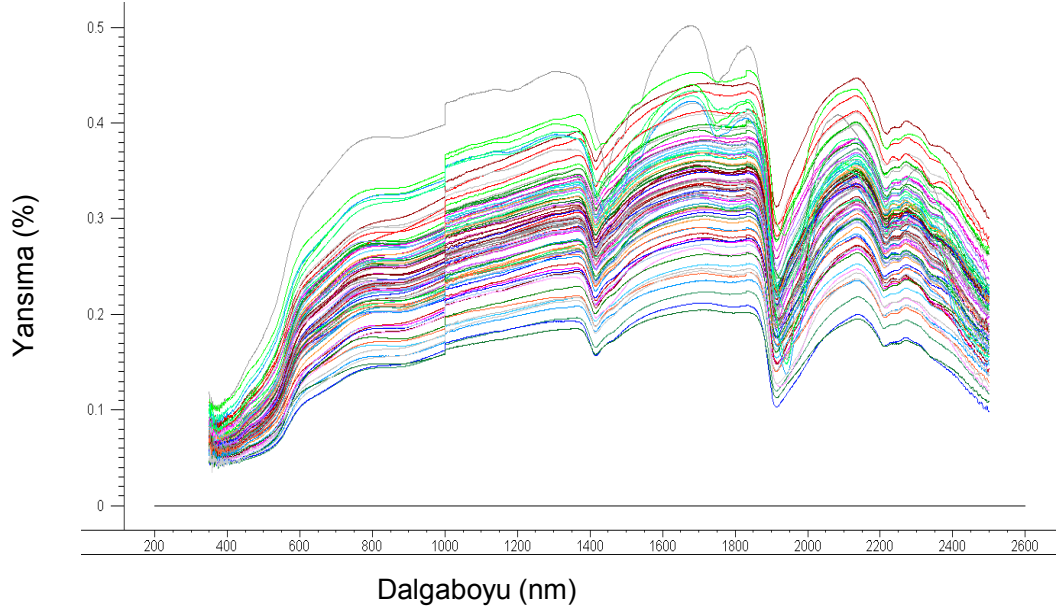
	Çöz. Ca	Çöz. K	Çöz. Mg	Çöz. Na	SAR	pH	EC	Değ. Ca	Değ. K	Değ. Mg	Değ. Na	KDK	ESP
Çöz. Ca	1												
Çöz. K	0.072	1											
Çöz. Mg	0.524**	0.431**	1										
Çöz. Na	0.192	0.582**	0.667**	1									
SAR	0.060	0.560**	0.580**	0.977**	1								
pH	-0.648**	0.064	-0.610**	-0.164	-0.076	1							
EC	0.537**	0.564**	0.787**	0.908**	0.816**	-0.371**	1						
Değ. Ca	0.044	0.802**	0.405**	0.609**	0.608**	0.056	0.551**	1					
Değ. K	-0.048	0.750**	0.240*	0.356**	0.366**	0.084	0.292**	0.543**	1				
Değ. Mg	0.121	0.436**	0.549**	0.706**	0.644**	0.036	0.725**	0.418**	0.271*	1			
Değ. Na	0.119	0.464**	0.615**	0.966**	0.970**	-0.147	0.824**	0.507**	0.325**	0.671**	1		
KDK	-0.037	0.515**	0.132	0.245*	0.293**	0.027	0.134	0.785**	0.421**	-0.127	0.204	1	
ESP	0.145	0.322**	0.605**	0.884**	0.856**	-0.163	0.799**	0.295**	0.229*	0.800**	0.915**	-0.100	1

* İstatistiksel olarak $p < 0.05$ seviyesinde önemli** İstatistiksel olarak $p < 0.01$ seviyesinde önemli

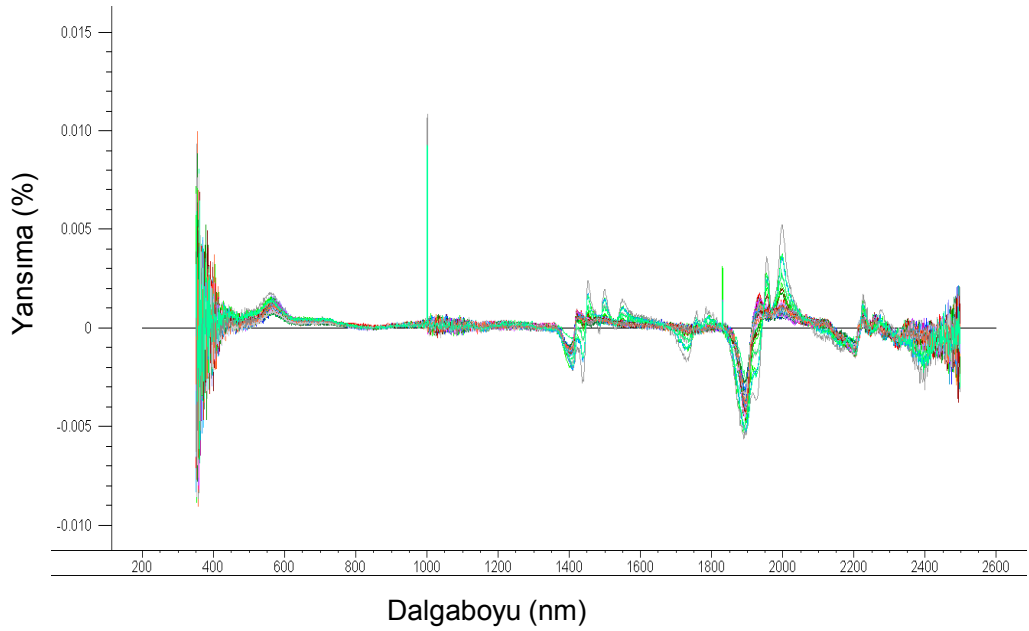
4.2. Toprakların Spektral Karakterizasyonu

Araziden toplanan toprak örnekleri spektrometre cihazında okuması yapılarak Şekil 4.4.'deki ham yansımalar ve Şekil 4.5.'daki birincil türevleri elde edilmiştir. Toprakların tuzluluk değerlerine bağlı olarak yansıma grafiklerinde de değişiklik gözlenmiştir. Toprak yansıma karakteristiklerini etkileyen temel toprak özellikleri toprak suyu, kil tipi ve muhtevası, organik madde ve Fe- Al oksitlerdir (Bowers ve Hanks, 1965). Bazı örneklerde farklı şekil ve adsorpsiyon pikleri görülmüştür. Bunların çoğunluğu çalışma alanında mevcut olabilecek farklı tuz minerallerinin varlığı ve konsantrasyonu ile alakalı olabilmektedir (Crowley, 1991; Howari ve ark., 2002). Toprak yansımalarının birincil türevlerinin alınmasının amacı yansımaları ve pikleri daha belirgin hale getirmektir (Şekil 4.5.). Ham yansıma değerlerine Temel Bileşenler analizi (PCA) uygulandıktan sonra bazı örneklerin gruplandığı görülmüştür (Şekil 4.6.). Gruplanan toprak örneklerinin yansımalarının diğer toprakların yansımalarına göre farklı olduğu tespit edildi (Şekil 4.7.). Bu örnekler özellikle diğer toprak örneklerine ait yansımalarından farklı olarak 1440, 1750, 1940 ve 2200 nm civarında adsorpsiyon pikleri göstermektedir. Bu pikler topraktaki jips minerali varlığı ve miktarı hakkında bilgi vermektedir (Howari ve ark., 2002; Farifteh ve ark., 2006). Jips minerali miktarı yüksek topraklara ait yansımalar Şekil 4.7.'de gösterilmiştir.

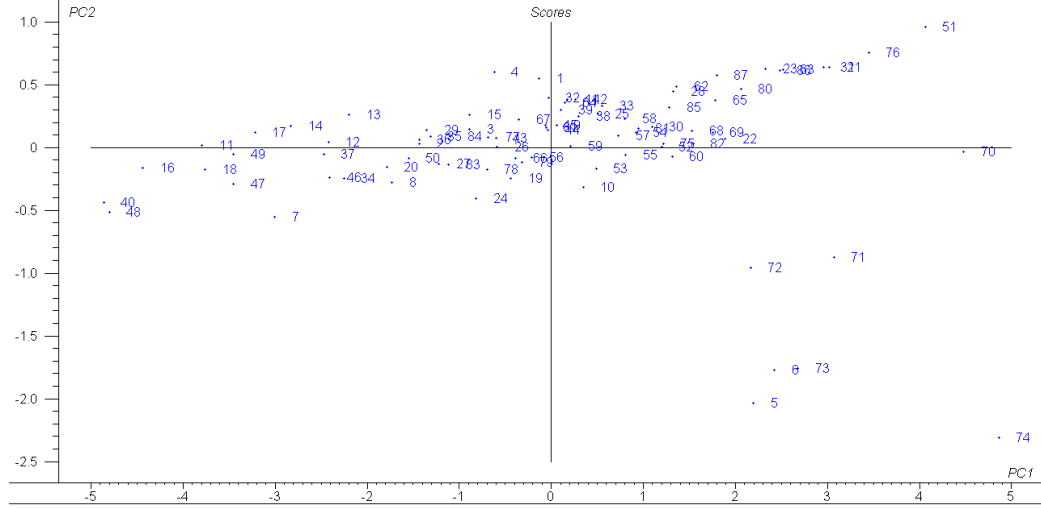
Jips içeriğinin varlığı ve karakterizasyonu önemlidir. Jips içeriğinin varlığı toprak tuzluluğu ve alkaliliğini önlemede önemlidir. Jips alkali toprakların ıslahının temel bir girdisidir. Toprakta yüksek miktarda bulunan sodyum toprağın fiziksel özelliklerinin aşınmasına ve dispersiyona neden olabilir. Yeterli oranda jips içeren topraklar, sodyumun bu olumsuz etkilerinden etkilenmeyebilir (Aydemir ve Sönmez, 2008). Yansımalarından elde edilen bulgulara göre, yüksek miktarlarda jips içeren toprakların dağılımı tespit edilebilmektedir. Bu durum özellikle tuzlu-alkali ve alkali alanların iyileştirilmesinde kullanılabilecek bilgilere ışık tutması açısından önemlidir (Bilgili ve ark., 2011).



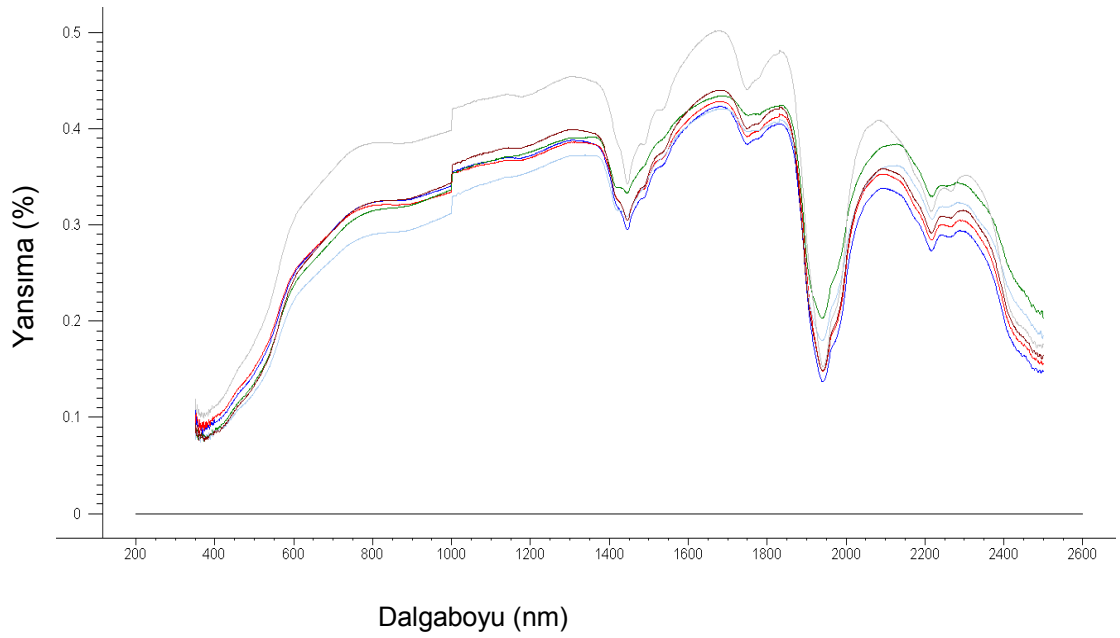
Şekil 4. 4. Toprak örneklerine ait ham yansımalar



Şekil 4. 5. Toprak örneklerine ait yansımaların birincil türevleri



Şekil 4. 6. Temel Bileşenler analiz sonucu



Şekil 4. 7. Jips minerali içeriğince yüksek olan topraklara ait yansımalar

4.3. Toprak Tuzluluğunun Tahmini

4.3.1. Görülebilir - yakın kızılötesi yansıma spektrometre tekniğinin kullanılması

Toprak örneklerine ait ham yansımalar, birincil türevleri, her 10 nm'de bir ortalaması ve her 10 nm'de bir piknoktası alınmış yansıma değerleri ve toprak elektriksel iletkenlik değerleri arasındaki ilişkiler Kısmi En Küçük Kareler Regresyon Tekniği (PLSR) ile modellenmiştir. Toprak tuzluluğunun tahmin edilebilme potansiyeli hem birebir doğrulama tekniği hem de bağımsız data setleri kullanılarak test bantlarda önemli adsorpsiyon pikleri elde edilmiştir. Bağımsız validasyon tekniğinde örnekler farklı iki data setine ayrılmıştır; örneklerin % 70' i model kalibrasyonunda kullanılırken, geri kalan % 30 örnek kurulan modellerin doğruluğunu ölçmek amacıyla validasyon setinde kullanılmıştır.

Hem birebir doğrulama hem de bağımsız doğrulamanın test edildiği PLSR modellerine ait tahmin katsayı (R^2) ve tahminlere ait hata kareler ortalamasının karakökü (RMSEP) değerleri Çizelge 4.4.' de gösterilmiştir. Buna göre en yüksek R^2 ile en düşük RMSEP değerleri ve sonuç olarak en iyi tahminler birebir doğrulama için her 10 nm de bir ortalaması alınmış yansıma değerlerinin kullanıldığı modelden elde edilirken ($R^2=0.91$, RMSEP=5.0), yansımaların birincil türevlerinin kullanıldığı model bağımsız data setlerinin kullanıldığı doğrulama tekniğinde en iyi tahmin sonuçları sağlanmıştır ($R^2= 0.81$, RMSEP=6.97).

Tahminlerin kalitesini gösteren diğer bir parametre olan RPD değerleri de Çizelge 4.4. de verilmiştir. Yansımaların birincil türevlerinin ve bağımsız data setlerinin validasyonda kullanıldığı modeller toprak tuzluluğu için mükemmel tahminler sağlamıştır (RPD=2.12), öteki taraftan hem ham yansımaların hem de her 10 nm'de kısaltılmış ham yansıma değerlerinin kullanıldığı modellerden elde edilen tahminler kabul edilebilir seviyede kalmıştır. Orta kategorideki tahminler farklı kalibrasyon ve yansıma analiz stratejileri kullanılarak iyileştirebilir, fakat zayıf kategorideki yer alan tahminler ise güvenilir olmayabilir (Chang ve ark., 2001).

Genel olarak başarılı sonuçlar yüksek EC aralıklarına (0.59 ile 52 dS m⁻¹) ve spektral yansımalar ile toprak tuzluluk muhtevaları arasındaki korelasyonlara bağlanabilir.

Çizelge 4. 4. Kısmi En Küçük Kareler Regresyon Tekniği (PLSR) ve farklı spektral yansımalar kullanarak toprak tuzluluk (EC) değerlerinin tahmini

Spektral İşlem**	BİREBİR DOĞRULAMA				TAHMİN*		
	R ^{2†}	RMSEC [∞]	R ^{2‡}	RMSEP ^β	R ^{2 α}	RMSEP ^μ	RPD [±]
Ham yansıma	0.99	1.011	0.89	5.74	0.69	8.16	1.82
Birincil türev	0.92	4.95	0.80	7.48	0.81	6.97	2.12
10 nm de bir ortalaması alınmış ham yansımalar	0.98	2.45	0.91	5.00	0.60	9.46	1.57

*Bağımsız data seti kullanarak yapılan tahminler; **Toprak yansımalarının tabi tutulduğu ön işlemler; †Kalibrasyon modeli karar verme katsayısı; ∞ Kalibrasyon modeli hata kareler ortalamasının karakökü; ‡Birebir doğrulama tespit katsayısı; βBirebir doğrulama Hata Kareler ortalamasının karakökü ; α Bağımsız data seti kullanarak elde edilen karar verme katsayısı; μ Bağımsız data seti kullanarak doğrulama hata kareler ortalaması karakökü; ± Performansın sapmaya oranı değerleri (Ratio of Performance to deviation).

4.4. Yapay sinir ağları modeli

İki gizli katmanlı ileri beslemeli geriye yayılım algoritması ve hem giriş hem de çıkış katmanında sigmoid transfer fonksiyonları kullanılan bir yapay sinir ağı oluşturulmuştur. VNIRS tekniğine göre elde edilen toprak yansımalarının her on yansımasının ortalaması alınarak median data ve her on yansımanın pik noktası alınarak pikdataolar oluşturulmuştur. Doksan toprak örneğinin %70'i eğitim, %30'u test için kullanılmıştır. En doğru sonuçları bulmak için gizli katmanlardaki nöron sayıları değiştirilerek denemeler yapılmıştır (Çizelge 4.5). Gizli katmandaki nöron sayısı, toplam giriş verileri içindeki, onaylama (validation) ve test verilerinin oranları değiştirilerek en uygun ağ mimarisi deneysel olarak belirlenmeye çalışılmıştır.

Ağ modelinde giriş, gizli ve çıkış olmak üzere toplam üç katman bulunmakla birlikte, problemin özelliklerine göre gizli katmandaki nöron sayısını arttırabilmek mümkündür. Çok az nöron sayısı öğrenme oranını düşürdüğü gibi çok fazla düğüm veya katman sayısı da hem öğrenmeyi yavaşlatmakta, hem de bazı durumlarda öğrenmeyi zorlaştırmaktadır. Bu sayılar öğrenilmesi istenen bağlantıya bağlıdır, ancak henüz nasıl belirleneceklerine dair kesin bir yöntem yoktur (Masoumi, 2013). Gizli katman sayısının belirlenmesinde kesin bir kural olmadığı için deneme yoluyla en iyi performansı veren gizli katman sayısı tespit edilmiştir. Denemeler sonucunda en iyi sonucu verdiği için dolayı iki gizli katman kullanılmıştır.

Bu çalışmada 3 tekrar yapılmıştır. Modellemede her toprak örneği için 216 adet VNIRS yansıması girdi parametresini, pH, EC ve ESP değerleri ise çıktı parametresini oluşturmuştur. Çalışmada öncelikle bir ve iki gizli katman kullanılmıştır. Fakat iki gizli katman kullanıldığında sonuçların daha iyi olmasından dolayı iki gizli katmanla çalışmaya devam edilmiştir. Gizli katmanlarda 10'dan 40'a kadar nöronlar denenerek çeşitli YSA modelleri geliştirilmiştir.

En iyi yapay sinir ağı modeli determinasyon katsayısı (R²) ve ortalama karesel hata (MSE) değerlerine göre belirlenmiştir. Determinasyon katsayısının 1'e ve ortalama karesel hatanın da 0'a yakınlığı tahmin modellerinin yeterliliğini göstermektedir. Araştırmada bulunan determinasyon katsayıları ve ortalama karesel hatalar Çizelge 4.5.'de detaylı olarak verilmiştir. Yapılan çalışmada en iyi sonuçlara: EC için median data yansımalarında 10-10-20 nöron sayısı; pH için pikdata yansımalarında 10-5-20 nöron sayısı; ESP için median data yansımalarında 10-10-40 nöron sayısıyla ulaşılmıştır. (%) olarak verilen determinasyon katsayısı ve hata kareler ortalamasının karakökü (RMSEP) sonuçları iyi düzeyde bulunmuştur (Çizelge 4.6.). Çizelge 4.5.'deki değerlere göre en iyi sonuçlar EC için median data yansımalarıyla ve 10-10-20 nöron sayısı; pH için pikdata yansımalarıyla 10-5-20 nöron sayısı; ESP için median data yansımalarıyla 10-10-40 nöron sayısıyla elde edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen determinasyon katsayılarını gösteren grafikler detaylı olarak **Ek 1.**'de verilmiştir.

Çizelge 4. 5.Farklı sinir ağı ve yansımaya değerlerine göre modelin doğruluğu ve hata yüzdesi

EC Validation								
	Sinir Ağı Sayısı (10*-5**-20***)		Sinir Ağı Sayısı (10-10-20)		Sinir Ağı Sayısı (10-10-30)		Sinir Ağı Sayısı (10-10-40)	
	R ² (%)	MSE	R ² (%)	MSE	R ² (%)	MSE	R ² (%)	MSE
Pikdata	78	42.76	78	38.49	92	28.41	95	18.57
Medyan data	91	42.66	52	78.27	60	66.94	67	55.02

EC Test								
	Sinir Ağı Sayısı (10-5-20)		Sinir Ağı Sayısı (10-10-20)		Sinir Ağı Sayısı (10-10-30)		Sinir Ağı Sayısı (10-10-40)	
	R ² (%)	MSE	R ² (%)	MSE	R ² (%)	MSE	R ² (%)	MSE
Pikdata	87	30.56	91	33.79	83	38.11	65	34.9
Medyan data	87	55.64	95	17	67	89.51	74	65.48

*Gizli katmandaki ikinci nöron sayısı

**Gizli katmandaki nöron artış sayısı

***Gizli katmandaki birinci nöron sayısı

Çizelge 4. 5. Devam

pH Validation								
	Sinir Ağı Sayısı (10*-5**-20***)		Sinir Ağı Sayısı (10-10-20)		Sinir Ağı Sayısı (10-10-30)		Sinir Ağı Sayısı (10-10-40)	
	R ² (%)	MSE	R ² (%)	MSE	R ² (%)	MSE	R ² (%)	MSE
Pikdata	69	53.42	10	108.21	62	38.24	77	80.3
Medyan data	85	36.14	77	40.36	85	22.31	66	62.92

pH Test								
	Sinir Ağı Sayısı (10-5-20)		Sinir Ağı Sayısı (10-10-20)		Sinir Ağı Sayısı (10-10-30)		Sinir Ağı Sayısı (10-10-40)	
	R ² (%)	MSE	R ² (%)	MSE	R ² (%)	MSE	R ² (%)	MSE
Pikdata	90	31.91	80	51.87	86	32.48	87	41.68
Medyan data	49	74.87	89	41.37	90	38.77	88	47.97

ESP Validation								
	Sinir Ağı Sayısı (10-5-20)		Sinir Ağı Sayısı (10-10-20)		Sinir Ağı Sayısı (10-10-30)		Sinir Ağı Sayısı (10-10-40)	
	R ² (%)	MSE	R ² (%)	MSE	R ² (%)	MSE	R ² (%)	MSE
Pikdata	73	42.48	97	9.02	79	61.83	92	63.72
Medyan data	69	56.71	97	13.58	86	89.33	63	131.7

ESP Test								
	Sinir Ağı Sayısı (10-5-20)		Sinir Ağı Sayısı (10-10-20)		Sinir Ağı Sayısı (10-10-30)		Sinir Ağı Sayısı (10-10-40)	
	R ² (%)	MSE	R ² (%)	MSE	R ² (%)	MSE	R ² (%)	MSE
Pikdata	84	51.45	70	88.42	76	137.1	0.6	125.6
Medyan data	92	38.11	80	74.92	82	51.77	92	37.48

*Gizli katmandaki ikinci nöron sayısı

**Gizli katmandaki nöron artış sayısı

***Gizli katmandaki birinci nöron sayısı

Çizelge 4. 6. Farklı sinir ağı ve yansıma değerlerine göre modelin hata kareler ortalamasının karakökü (RMSEP)

EC Test				
	Sinir Ağı Sayısı (10*-5**-20***)	Sinir Ağı Sayısı (10-10-20)	Sinir Ağı Sayısı (10-10-30)	Sinir Ağı Sayısı (10-10-40)
	RMSEP	RMSEP	RMSEP	RMSEP
Pikdata	5.52	5.81	6.17	5.9
Medyan data	7.45	4.12	9.46	8.09

pH Test				
	Sinir Ağı Sayısı (10*-5**-20***)	Sinir Ağı Sayısı (10-10-20)	Sinir Ağı Sayısı (10-10-30)	Sinir Ağı Sayısı (10-10-40)
	RMSEP	RMSEP	RMSEP	RMSEP
Pikdata	5.64	7.20	5.69	6.45
Medyan data	8.65	6.43	6.22	6.92

ESP Test				
	Sinir Ağı Sayısı (10-5-20)	Sinir Ağı Sayısı (10-10-20)	Sinir Ağı Sayısı (10-10-30)	Sinir Ağı Sayısı (10-10-40)
	RMSEP	RMSEP	RMSEP	RMSEP
Pikdata	7.17	9.4	11.7	11.2
Medyan data	6.17	8.65	7.19	6.12

*Gizli katmandaki ikinci nöron sayısı

**Gizli katmandaki nöron artış sayısı

***Gizli katmandaki birinci nöron sayısı

En iyi tahmin modelini ortaya çıkarmak için öğrenme ve test işlemlerindeki YSA tahminleri analiz sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar genel olarak orta ve iyi düzeyde bulunmuştur.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Harran Ovası'nın orta ve güneyindeki geniş alanlarda biriken taban suyundan dolayı topraklarda tuzlulaşma meydana gelmiş ve bazı alanlarda ise tuzlu alkali alanlar oluşmuştur. Araştırma alanından alınan toprak örnekleri farklı tuzluluk seviyelerinde ve 32 adedi tuzlu-alkali özelliği taşımaktadır. Alandan alınan örneklerde farklı ürün uygulamaları ve amenajman stratejileri kullanıldığını baz alırsak bu özellikler ve topografya gibi etkenler de eklenerek tuzluluk seviyesi ve alkalilik özelliği üzerinde hepsinin etkisi olduğunu görmekteyiz.

VNIRS tekniği ile elde edilen yansımalar incelendiğinde yansımaların özellikle belli aralıklarda (1440, 1750, 1940, 2200 nm civarı) diğer topraklardan farklı olduğu gözlemlenmiştir. Bu pikler bize topraktaki jips minerali varlığını göstermektedir. Jips içeriğinin bilinmesi toprak tuzluluğu hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlamaktadır. Bu teknoloji ile hızlı, güvenilir ve uygun maliyetle jips içeriğinin öğrenilmesi sağlanabilmekte ve tuzlu-alkali, alkali alanların ıslahıyla ilgili bilgilere ulaşılmaktadır.

YSA Modelinin tahmin sonuçları incelendiğinde ESP değerleri için sonuçların orta düzeyde olduğu, EC ve pH değerleri için ise daha iyi düzeyde olduğu görülmüştür. Bunun nedeni toprak yansımalarında EC ve pH değerlerinin direk etkili, ESP değerlerinin ise indirek etkili olması gösterilebilir. ESP değerleri yansıma değerlerinde karakteristik olarak özellik göstermediği için sonuçlar daha yanıltıcı olmuştur.

5.2. Öneriler

Yapay sinir ağı modelinde sonuçların açıklayıcılıklarının düşük olması, veri setlerinin yetersizliğine bağlıdır. Model ve karşılaştırma sonuçlarına genel bir bakışla çalışmaya daha özel, güncel, büyük veri seti ve niteliği - niceliği daha fazla olan bağımlı değişkenler ile daha doğru modellere ve sonuçlara ulaşılacağı söylenebilir. Median data ve pikdata yansımaları yerine ham yansımalar kullanılarak daha iyi sonuçlar elde edilebilir. İki gizli katmanlı ileri beslemeli geriye yayılım algoritması ve hem giriş hem de çıkış katmanında sigmoid transfer fonksiyonları kullanılan bir model yerine farklı fonksiyon, katman veya farklı algoritmalar denenebilir. Topografya ve toprak tipi gibi tuzluluk üzerinde etkisi olan diğer parametrelerde eklenerek sonuçlar daha da iyileştirilebilir.

KAYNAKLAR

- ALMEIDA, C. M. and MARINALDO, J., 2005. Cellular automata and neural networks as a modelling framework for the simulation of urban land use change gleriani 2 anais xii simpósio brasileiro de sensoriamento remoto. Goiânia, Brasil, 16-21 April 2005, Inpe, p., 3697- 3705.
- AMICI, G., DELLACQUA, F., GAMBÀ, P. and PULINA, G., 2004. Comparison of fuzzy and neuro – fuzzy data fusion for flooded area mapping sar images. *International Journal of Remote Sensing*, 25 (20): 4425 – 4430.
- ANDERSON B. and MCNEILL J., 1992. The integrated developmental model of supervision: Scale development and validation procedures. *Professional Psychology: Research and Practice*, 6, 504-508.
- ANDERSON, G., 1980. Assessing organic phosphorus in soils. In F.E. Khasawneh et al. (ed.) *The role of Phosphorus in Agriculture*, Am. Soc. Agron., Madison, WI. pp. 411-431.
- ANDREWS, S. S., KARLEN, D. L. and CAMBARDELLA, C. A., 2004. The soil management assessment framework: a quantitative soil quality evaluation method. *Soil Science Society Of America Journal*, 68: 1945–1962.
- AYDEMİR, S., 2001. Properties of palygorskite-influenced vertisols and vertic-like soils in the harran plain of southeastern Turkey. Dissertation, Texas A&M University, College Station TX 77843, USA.
- AYDEMİR, S. and SÖNMEZ, O. 2008. Ameliorative effect of indigenous calcite on sodium-saturated clay systems. *Soil Science*, 173: 96–107.
- BAYIR, F., 2006. Yapay sinir ağları ve tahmin modellemesi üzerine bir uygulama, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- BERBEROĞLU, S., 1999. Optimising the remote sensing of mediterranean land cover. Thesis Submitted For Degree Of Doctor Of Philosophy, Department of Geography, Faculty of Science.
- BERBEROĞLU, S., LLOYD, C.D. and ATKINSON, P.M., 2000. The integration of spectral and textural information using neural networks for land cover mapping in the Mediterranean. *Computers and Geosciences* 26, 385–396.
- BİLGİLİ, M., 2010. The use of artificial neural networks for forecasting the monthly mean soil temperatures. *Tübitak*, 35:83-93.
- BİLGİLİ, A. V., AKBAŞ, F. and VAN ES, H.M., 2011. Combined use of hyperspectral VNIRS reflectance spectroscopy and kriging to predict soil variables spatially. *Precision Agriculture*, 12: 395-420. DOI 10.1007/s11119-010-9173-6.
- BİLGİLİ, A.V., ÇULLU, M.A., AYDEMİR, S., AYDEMİR, A. and ALMACA, A., 2013. Probability mapping of saline and sodic soils in the Harran plain using a non linear kriging technique.
- BLAYLOCK, A.D., 1994. Soil salinity, salt tolerance, and growth potential of horticultural and landscape plants. University Wyoming.
- BOWER, C. A., R. F. REITMER and M. FIREMAN, 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. *Soil Sci.*, 73 251- 261.

- BOWER, C.A., 1959, Cation exchange equilibria in soils affected by sodium salts. *Soil Sci.*, 88 : 32-35.
- BOWER, C.A., GARDNER, W.R. and GOERTZEN, J.O., 1957. Dynamics of cation exchange in soil columns. *Soil Sci. Soc. Am. Proc. J.*, 21:20-24.
- BOWERS, S.A. and HANKS, R.J., 1965. Reflection of radiant energy from soils. *Soil Science*, 100: 130–137.
- CHANG, C.W., LAIRD, D.A., MAUSBACH, M.J., MAURICE, J. VE HURBURGH, J.R., 2001. Near- infrared reflectance spectroscopy – principal components regression analyses of soil properties. *Soil Science Society of America Journal*, 65: 480–490.
- CROWLEY, J. K., 1991. Visible and near-infrared (0.4–2.5 nm) reflectance spectra of playa evaporite minerals. *Journal of Geophysical Research*, 96:231–240.
- ÇULLU, M. A., 2003. Estimation of the effect of soil salinity on crop yield using remote sensing and geographic information system. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27: 23–28.
- ÇULLU, M.A., AYDEMİR, S., BİLGİLİ, A.V., ALMACA, A. OZTURKMEN, A.R., AYDEMİR, A., SAKİN, E., AYDOĞDU, M. ve ŞAHİN, Y., 2010. Harran Ovası tuzluluk haritasının oluşturulması ve tuzlulaşmanın bitkisel verim kayıplarına etkisinin tahmini. *Proje Sonuç Raporu*.
- DATTA, K.K. and JONG, C., 2002. Adverse effect of waterlogging and soil salinity on crop and land productivity in northwest region of Haryana, India. *Agricultural Water Management*. 57 (3), 223-238.
- DEMATTE, J.A.M., GAMAA, M.A.P., COOPERA, M., ARAU'JOB, J.C., NANNİ, M.R. and FİORİO, P.R., 2004. Effect of fermentation residue on the spectral reflectance properties of soils. *Elsivier Geoderma*, 120, 187–200.
- DEMATTE, J.A.M., SOUSA, A.A., ALVES,M.C., NANNİ,M.R., FİORİO,P.R. and CAMPOS,R.C., 2006. Determining soil water status and other soil characteristics by spectral proximal sensing. *Geoderma*, 135: 179–195.
- DİNÇ, U., ŞENOL, S., SAYIN, M., KAPUR, S., GÜZEL, N., DERİCİ, R., YEŞİL SOY, M. Ş., YEĞİNGİL, İ., SARI, M., KAYA, Z., AYDIN, M., KETTAŞ, F., BERKMAN, A., ÇOLAK, A. K., YILMAZ, K., TUNÇGÖĞÜS, B., ÇAVUŞGİL, V., ÖZBEK, H., GÜLÜT, K. Y., KARAMAN, C., DİNÇ, O., ÖZTÜRK, N. VE KARA, E. E., 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi toprakları (GAT) 1. Harran Ovası. TUBİTAK Tarım ve Ormancılık Grubu GÜDÜMLÜ Araştırma Projesi Kesin Sonuç Raporu, Proje No:TOAG-534.
- FARİFTEH, J., FARSHAD, A. and GEORGE, R. J., 2006. Assessing salt affected soils using remote sensing, solute modeling, and geophysics. *Geoderma*, 130:191–206.
- FOODY, G. M., 1996. Relating the land cover composition of mixed pixels to artificial neural network classification output. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 62: 491–499.
- GALVAO, L.S., VİTORELLO, I. and ORMAGGIO, A.R., 1997. Relationships of spectral reflectance and color among surface and subsurface horizons of tropical soil profiles. *Remote Sens. Environ*, 61: 24-33. Elsevier Science Inc., 655 Avenue of the Americas, New York, NY 10010.
- GUAN, Q. and WANG, L., 2000. Change detection using adaptive fuzzy neural networks: environmental damage assessment after the gulf war. *Remote Sensing of Environment*, 70: 208–223.

- GUAN, Q. and WANG, L., 2002. An artificial-neural-network-based constrained ca model for simulating urban growth and its application.
- GÜNAL, H., AKBAŞ, F., ÖZGÖZ E., ÜNLÜKARA A., YILDIZ H., KURUNÇ A., ÇETİN M. ve ERŞAHİN S., 2008. Kazova’da sürdürülebilir tarımsal üretim için gerekli güncel veri tabanının oluşturulması. Tübitak Projesi, Proje No:105O607
- HOWARİ, F. M., GOODELL, P. C. ve MİYAMOTO, S., 2002. Spectral properties of salt crusts formed on saline soils. *J. Environ. Quality*, 31:1453–1461.
- ISAAKS, H.E. and SRİVASTAVA, R.M., 1989. *Applied geostatistics*. Oxford University Press, Inc., New York, 561 s.
- 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., PİNTER, JR.P.J., REGİNATO, R.J. and 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.
- JAIN, K. and FEYİSSA, M., 2005. Urban growth prediction using artificial neural networks and GIS. Paper Reference No: MI08 PN 323
- JENSEN, J.R., 2000. Spektral signatures and multi-spektral image interpretation. *Remote Sensing of The Environment an Earth Resource Perspective*, Note 8, Chapter 6. NJ.
- KANELLOPOULOS, I. and WILKINSON, G.G., 1997. Strategies and best practise for neural network image classification. *international journal of remote sensing*, 18 (4): 711 – 725.
- KWİATOWSKI, J., 1998. Salinity classification, mapping and managment in alberta.
- LI, X. and YEH. A., 2002. Neural-network-based cellular automata for simulating multiple land use changes using GIS *int. J. Geographical Information Science*, 2002.
- MORAN, M.S., INOU, Y. and BARNES, E.M., 1997. Opportunities and limitations for imagebased remote sensing in precision crop management. *Remote Sens. Environ.*, 61:319-346.
- MUHAMMAD, S., MULLER, T. and JOERGENSEN, R. G., 2008. Relationships between soil biological and other soil properties in saline and alkaline arable soils from the Pakistani Punjab. *Journal of Arid Environments*, 72: 448–457.
- MASOUMİ A., 2013. Görüntü işleme tekniği ile ekmeklik buğday çeşidinde kaliteye esas bazı özelliklerin belirlenmesi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 131s
- NAGLER, P. L., DAUGHTRY, C. S. T. and GOWARD, S.N., 2000. Plant litter and soil reflectance. *Remote Sens. Environ.* 71 207–215, Elsevier Science Inc., 655 Avenue of The Americas, New York, Ny 10010.
- ÖZKAN, C., 2001. Uydu görüntü verilerinin yapay sinir ağları ile sınıflandırılması. Doktora Tezi Ara Raporu, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Uzaktan Algılama Anabilim Dalı.
- ÖZ, M. and KARASU, A., 2007. The effects of different doses of salt in the initial

- PANNELL, D.J. and VAN BUEREN, M.S., (1999). Regional economic studies of salinity. Sustainability And Economics İn Agriculture, Grdc Projects Uwa251.
- PEDDLE, D.R., WHITE, H.P., SOFFER, R.J., MILLER, J.R. and LEDREW, E.F., 2001. Reflectance processing of remote sensing spectroradiometer data. Pergamon. Computers & Geosciences 27: 203-213.
- PİNTER, P.J., HATFIELD, J.L., SCHEPERS, J.S., BARNES, E.M., MORAN, S.M., DAUGHTRY, C.S.T. and UPCHURCH, D.R. 2003. Remote sensing for crop management. Photogrammetric Engineering&Remote Sensing, 69(6):647-664.
- RİCHARD, L. A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and malkali soils. Washington, D.C. United States Department of Agriculture. Hand Book 60. California, USA.
- RUMELHART, D. E., HINTON, G. E. and WILLIAMS, R. J., 1986. Learning representations by back-propagation errors, Nature, 323: 533-536.
- SÖNMEZ, B. ve BEYAZGÜL M., 2008. Türkiye’de tuzlu ve sodyumlu toprakların ıslahı ve yönetimi. Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
- SZABOLCS, I., 1991. Salinization potential of european soils. in: landuse changes in europe. processes of change, environmental transformations and future patterns [brouwer, f.m., a.j. thomas, and m.j. chadwick (eds.)]. Geojournal Library, vol. 18, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp.
- TAŞ, İ. ve ZAIMOĞLU, Z., 2001. Yüksek tuz konsantrasyonuna sahip suların sulamada kullanımı, 1. Türkiye Su Kongresi. 8-10 Ocak 2001. İstanbul.
- TAŞ, İ. ve ÖZTÜRK, A., 2011. Karaman-Ayrancı tuzlu alkali toprakların ıslahında jips kullanımı, KSÜ Doğa Bil. Dergisi, 14(1), 2011.
- THOMAS, G.W., 1982. Methods of soil analysis, part 2. chemical and microbiological properties. Page,a.l., miller, r.h. keeney, d.r.(ed) 2nd edition. s.s.s.of America inc. publisher, Madison, Wisconsin pp159-164.
- THOMAS, J.R., NAMKEN, L.N., OETHER, G.F. and BROWN, R.G., 1971. Estimating leaf water content by reflectance measurements. Agronomy Journal., 63:845-847.
- U.S. SALİNİTY LABORATORY STAFF, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkan soils. Agricultural Hanbook No. 60.
- WEB 1: <http://biometric-recognition.blogspot.com.tr/2010/05/literature-review-part-33.html>
- WEB 2 : <http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=1614232>
- WEB3:<http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceleristatistik.aspx?m=SANLIURFA>
- WHITING, M.L., LIN, L. and USTIN, L.S., 2004. Predicting water content using Gaussian model on soil spectra. Remote Sensing of Environment 89: 535–552.
- WİLD, A., 2003. Soils, land and food: managing the land during the twenty-first century. cambridge, uk. cambridge university pres.
- WILSON, A., 2000. Complex spatial systems: the modeling foundations of urban and regional analysis harlow, england: prentice hall.
- WİLSON and SADER, 2002, Feasibility and accuracy of modis 250m imagery for forest disturbance monitoring, University Of Maine. Orono, Me 04469-5755

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hatice Kübra ÇİNİ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Şanlıurfa 25.05.1989
Telefon : 0532 417 34 25
e-mail : kubracini@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Şanlıurfa Anadolu Lisesi, Şanlıurfa	2006
Üniversite	: Çukurova Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Adana	2010
Yüksek Lisans	: Harran Üniversitesi, Şanlıurfa	2014

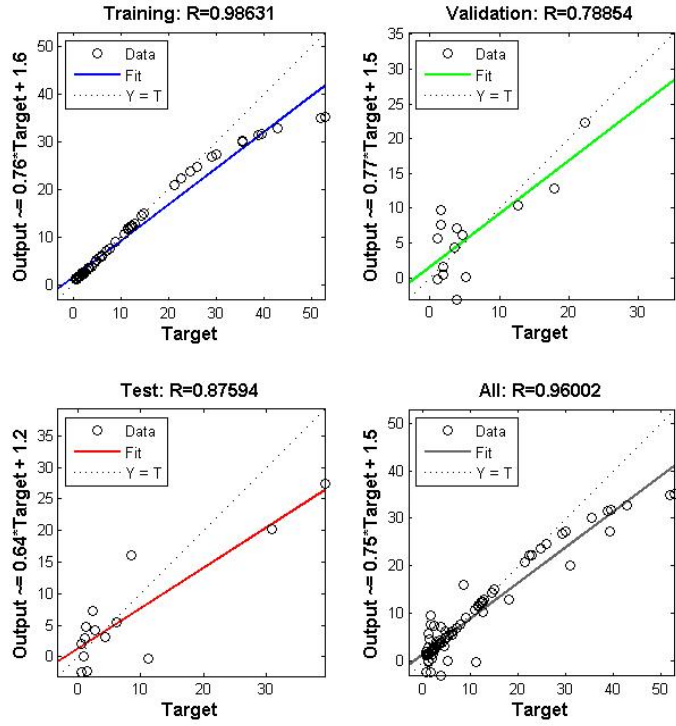
İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2009	Adıyaman Üniversitesi (staj)	Peyzaj Mimarı
2011-2012-2013	Şanlıurfa İl Özel İdaresi	Peyzaj Mimarı
2012	Şanlıurfa Çevre Şehircilik Müdürlüğü	Peyzaj Mimarı
2012 – 2013	Şanlıurfa Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu	Uzman Öğretici
2013– Devam ediyor	Şanlıurfa Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu	Uzman Öğretici
2010 – Devam ediyor	Kübra ÇİNİ Tasarım	Peyzaj Mimarı

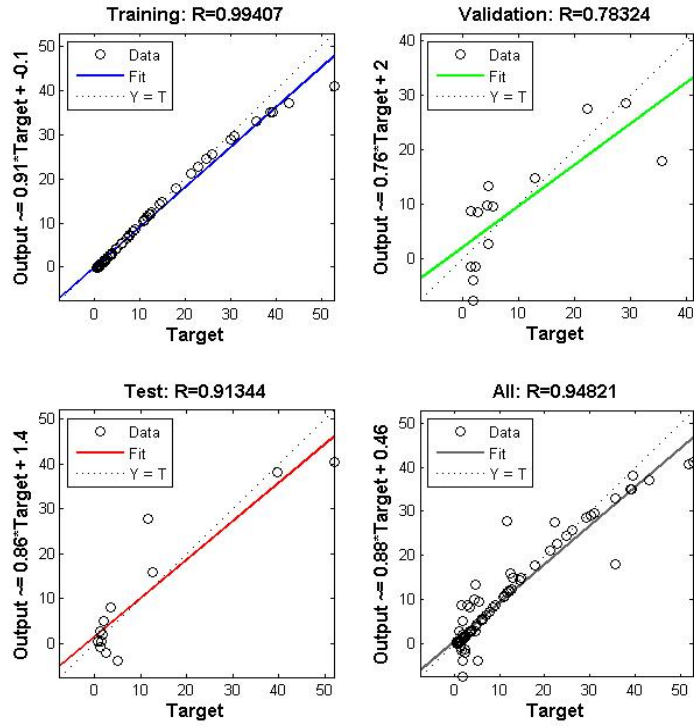
YABANCI DİLLER

İngilizce

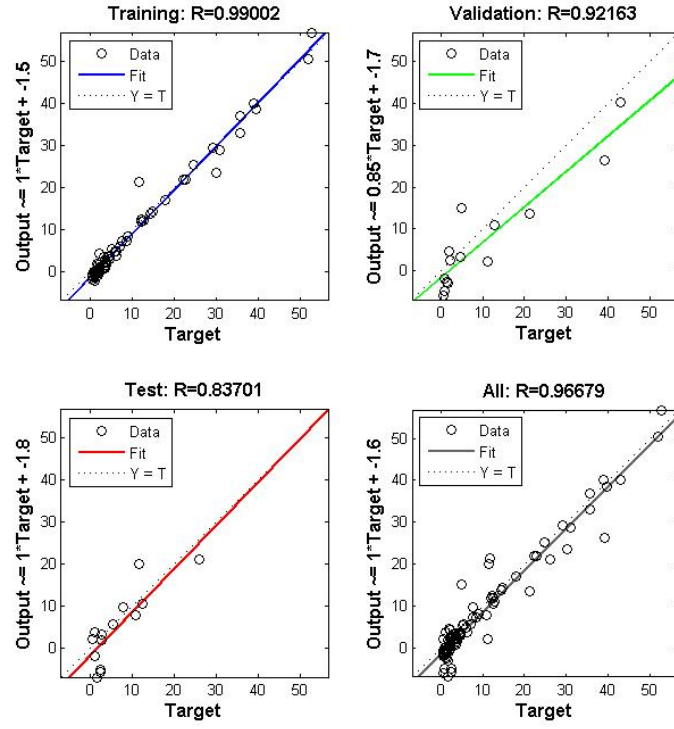
EKLER



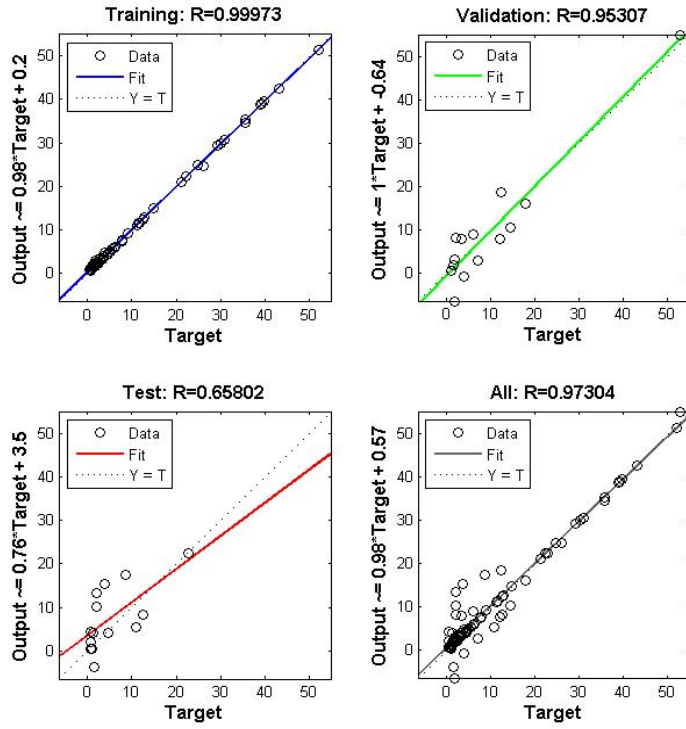
Ek 1. (10-5-20) nöron sayısına göre picdata yansımalarının EC doğruluk grafikleri



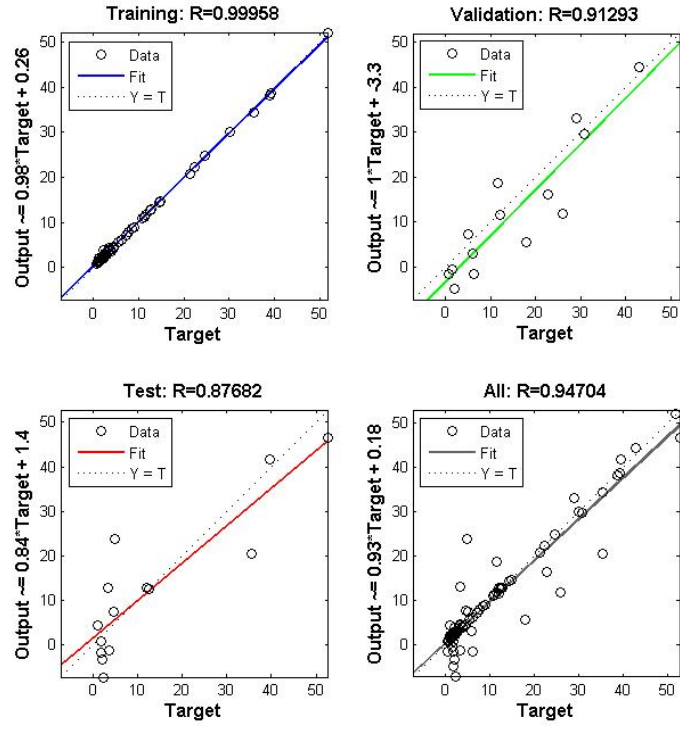
Ek 2. (10-10-20) nöron sayısına göre pikdata yansımalarının EC doğruluk grafikleri



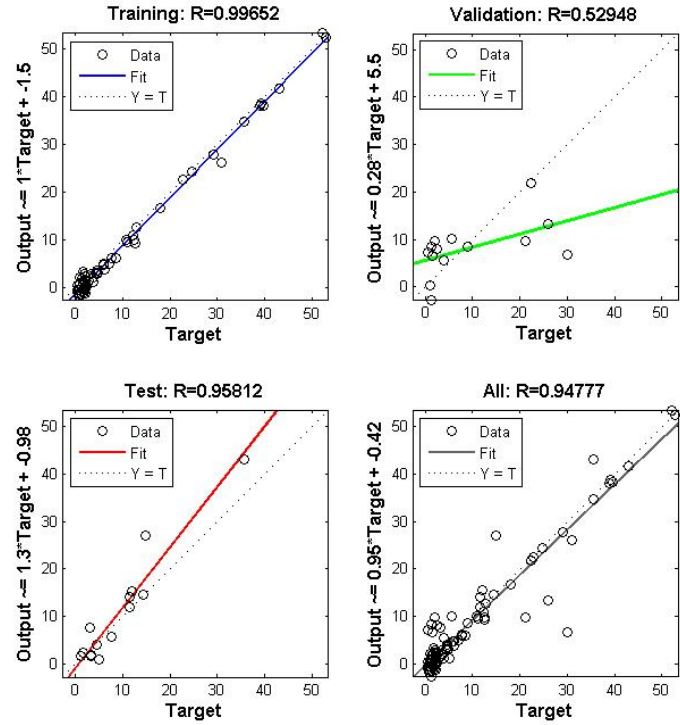
Ek 3. (10-10-30) nöron sayısına göre pikdata yansımalarının EC doğruluk grafikleri



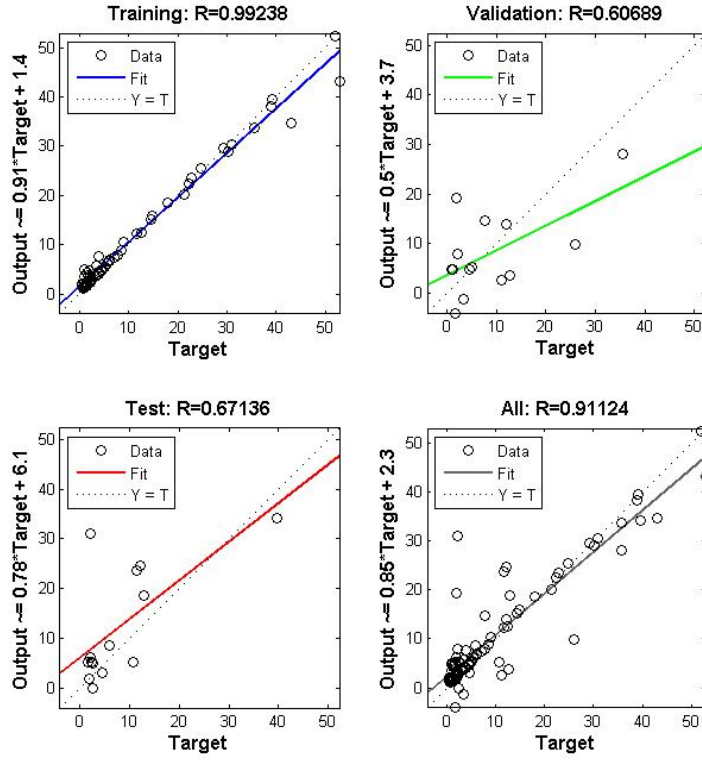
Ek 4. (10-10-40) nöron sayısına göre pikdata yansımalarının EC doğruluk grafikleri



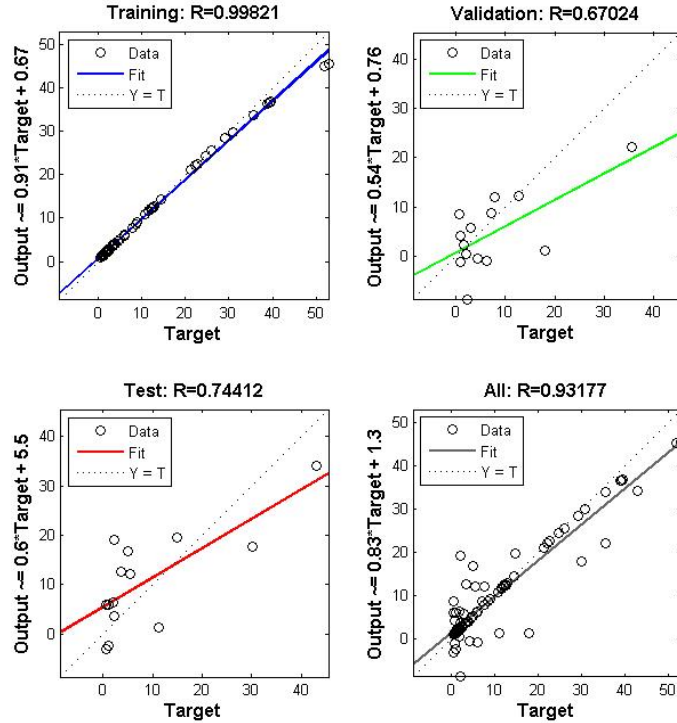
Ek 5. (10-5-20) nöron sayısına göre medyan data yansımalarının EC doğruluk grafikleri



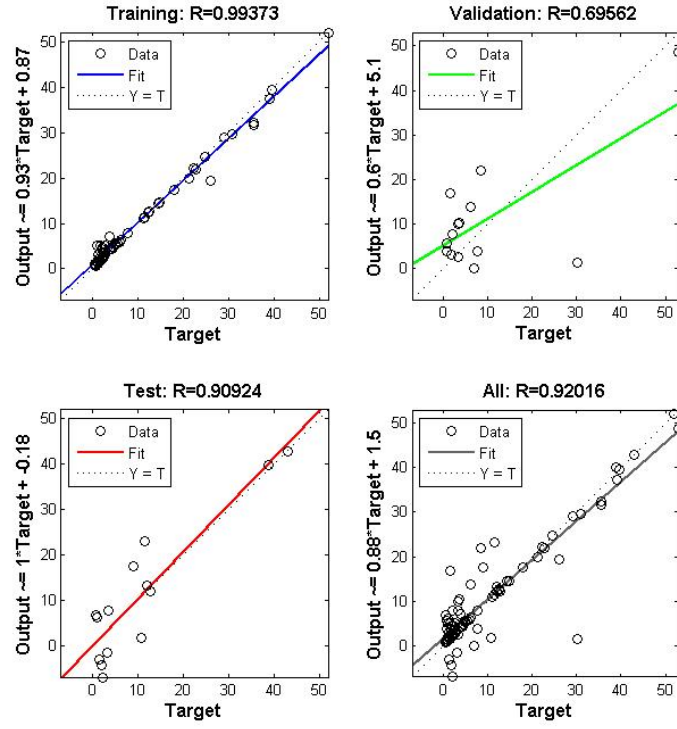
Ek 6. (10-10-20) nöron sayısına göre medyan data yansımalarının EC doğruluk grafikleri



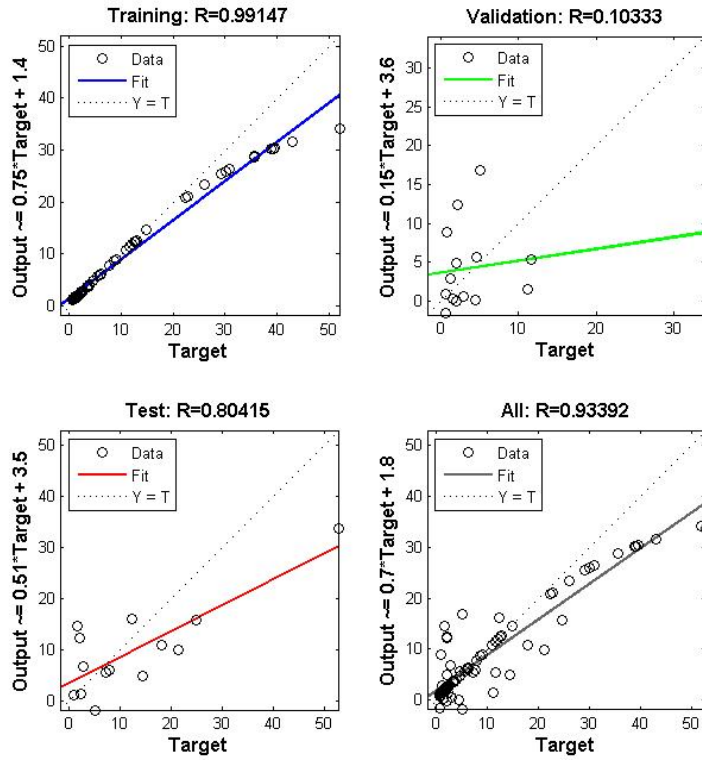
Ek 7. (10-10-30) nöron sayısına göre medyan data yansımalarının EC doğruluk grafikleri



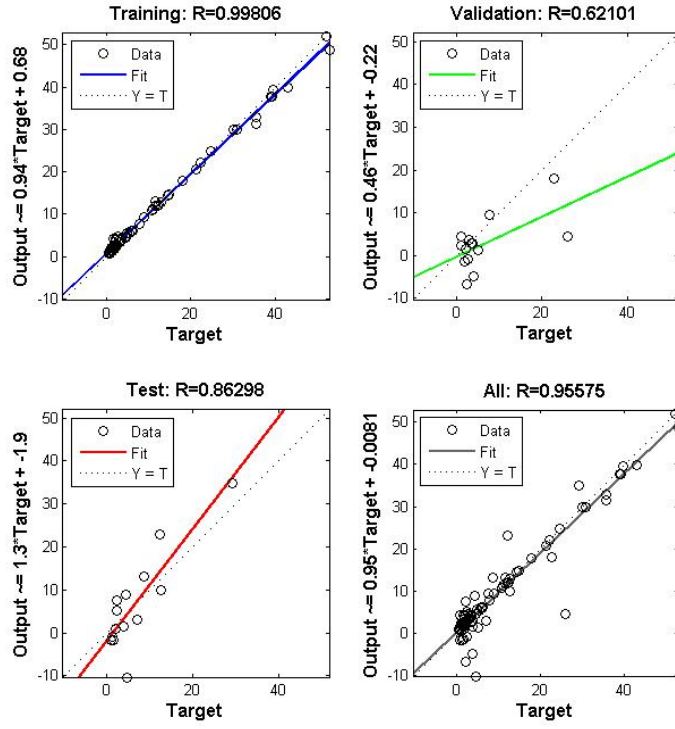
Ek 8. (10-10-40) nöron sayısına göre medyan data yansımalarının EC doğruluk grafikleri



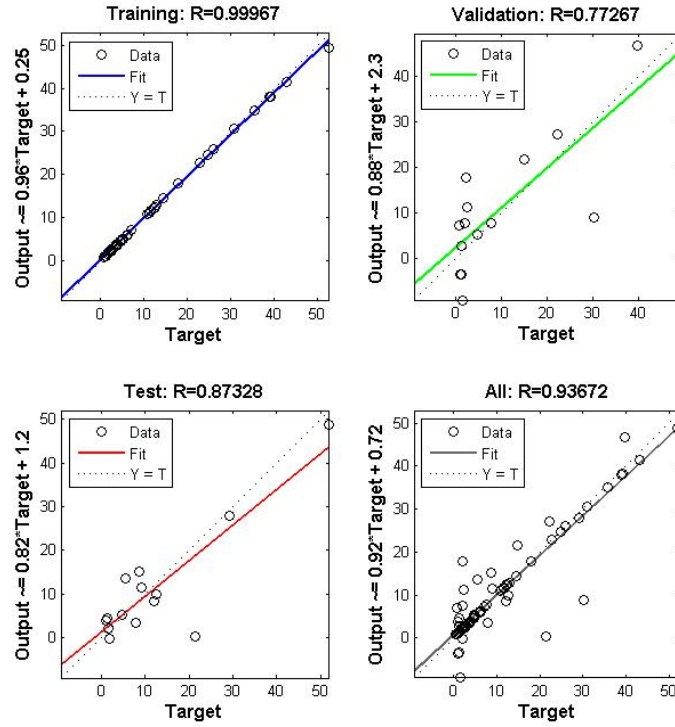
Ek 9. (10-5-20) nöron sayısına göre pikdata yansımalarının pH doğruluk grafikleri



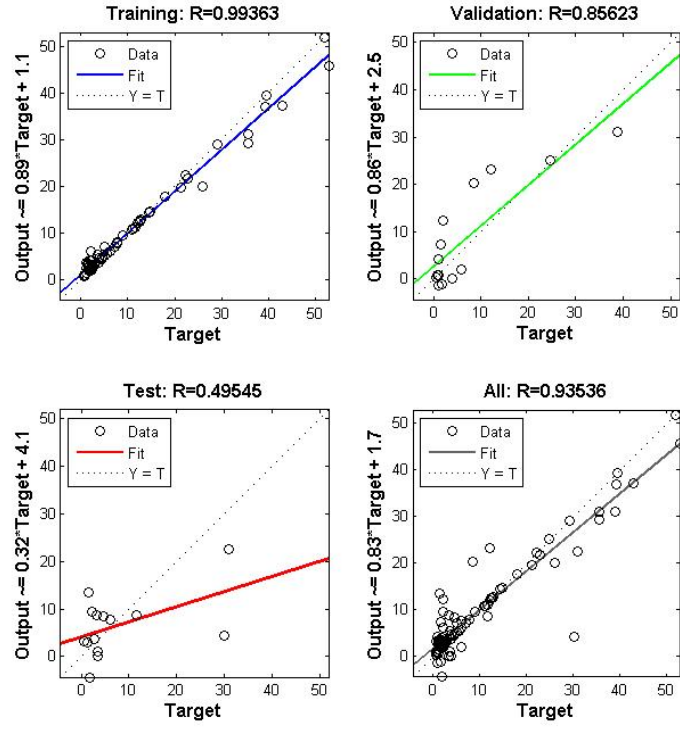
Ek 10. (10-10-20) nöron sayısına göre pikdata yansımalarının pH doğruluk grafikleri



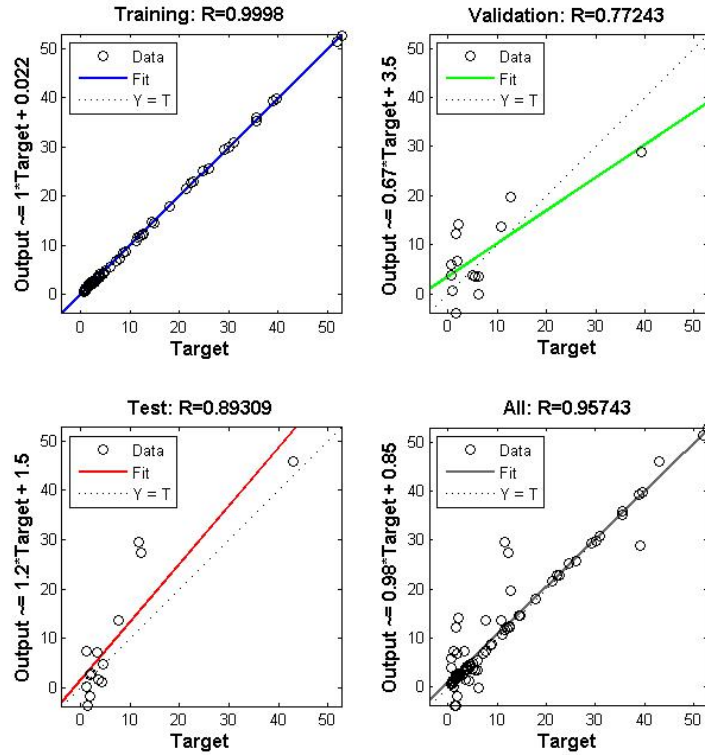
Ek 11. (10-10-30) nöron sayısına göre pikdata yansımalarının pH doğruluk grafikleri



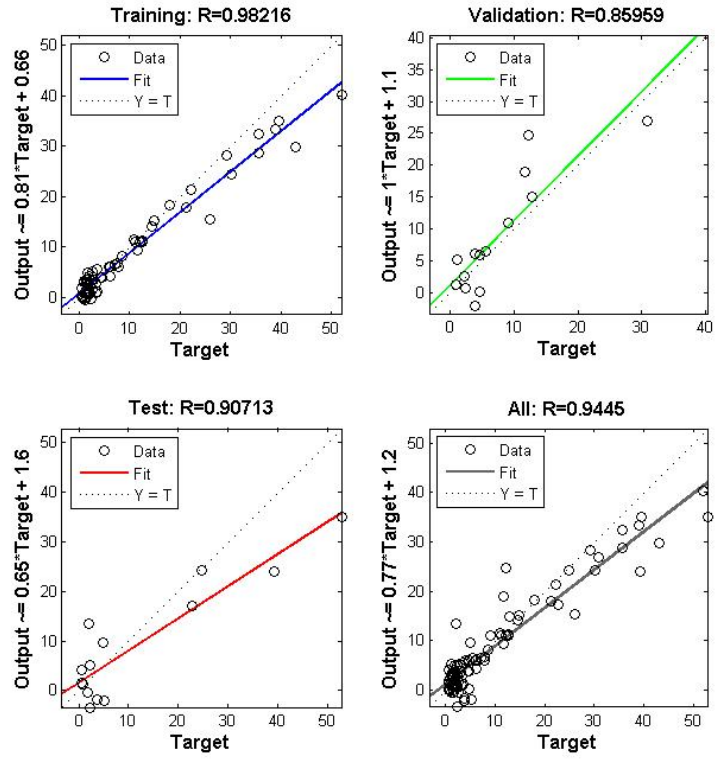
Ek 12. (10-10-40) nöron sayısına göre pikdata yansımalarının pH doğruluk grafikleri



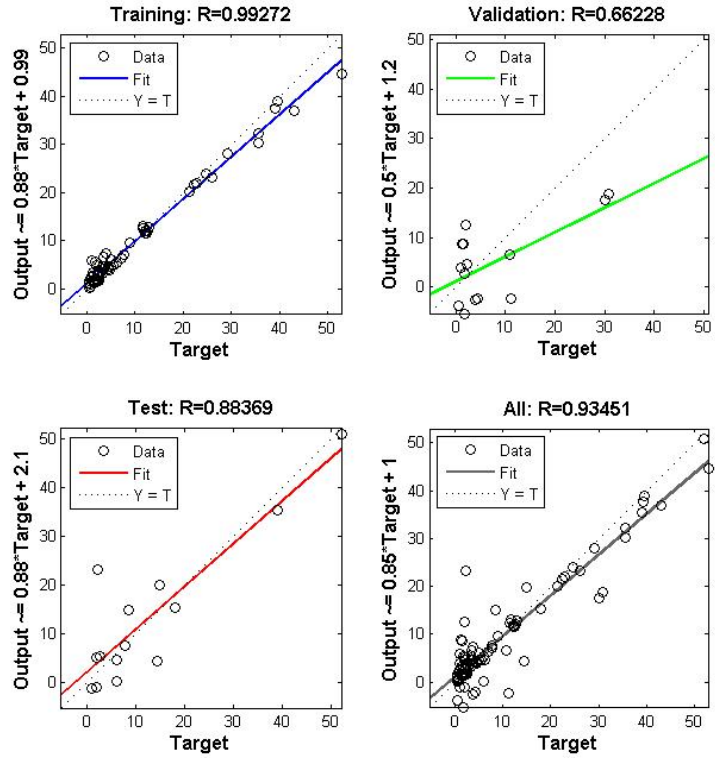
Ek 13. (10-5-20) nöron sayısına göre medyan data yansımalarının pH doğruluk grafikleri



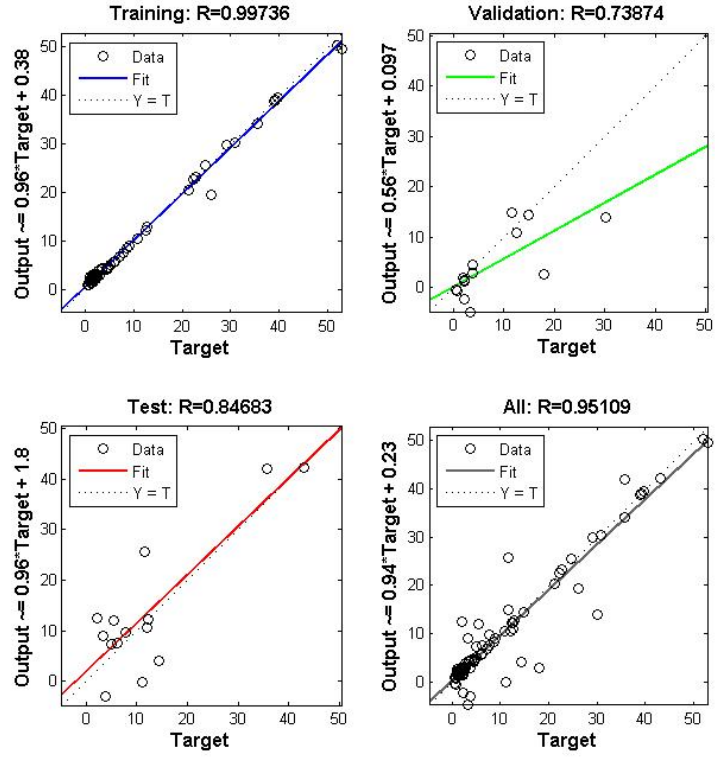
Ek 14. (10-10-20) nöron sayısına göre medyan data yansımalarının pH doğruluk grafikleri



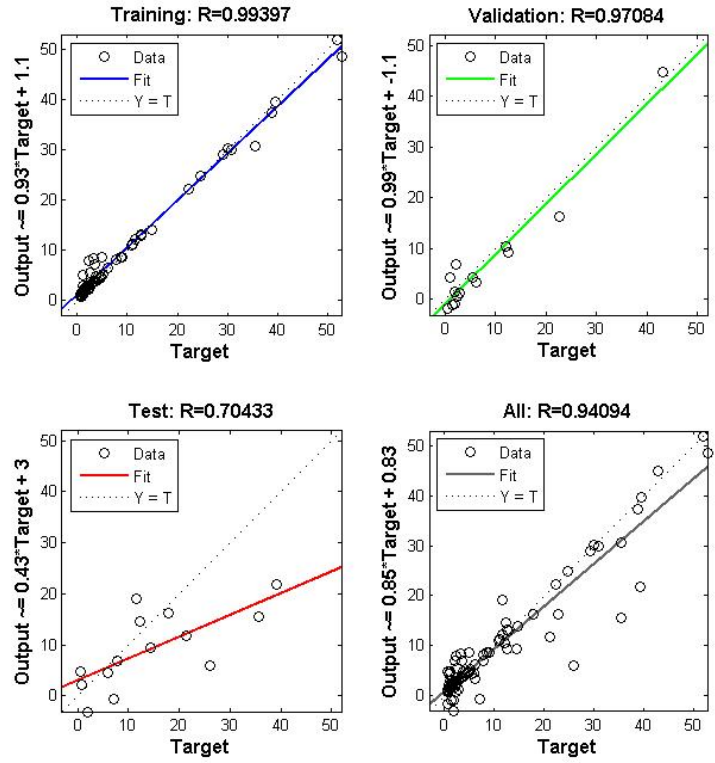
Ek 15. (10-10-30) nöron sayısına göre median data yansımalarının pH doğruluk grafikleri



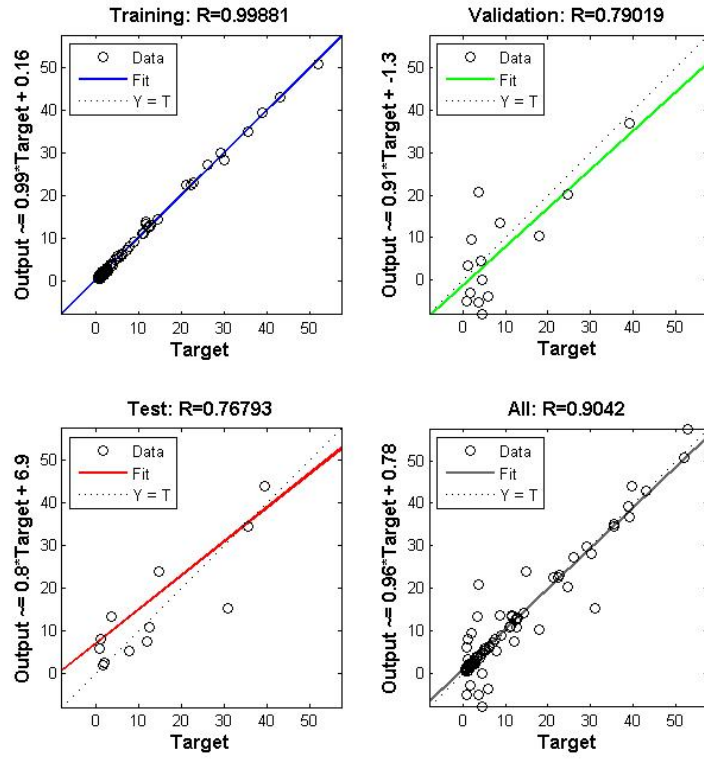
Ek 16. (10-10-40) nöron sayısına göre median data yansımalarının pH doğruluk grafikleri



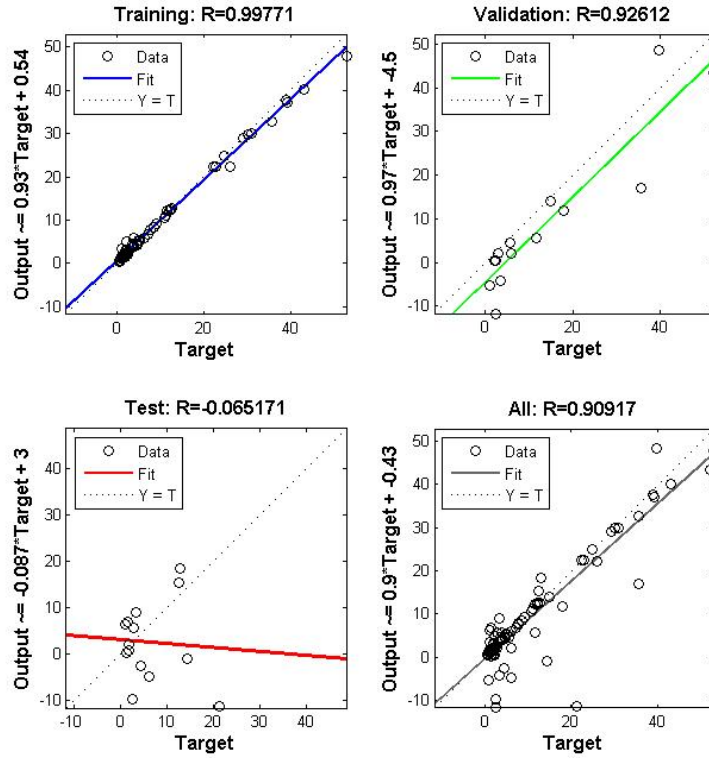
Ek 17. (10-5-20) nöron sayısına göre pikdata yansımalarının ESP doğruluk grafikleri



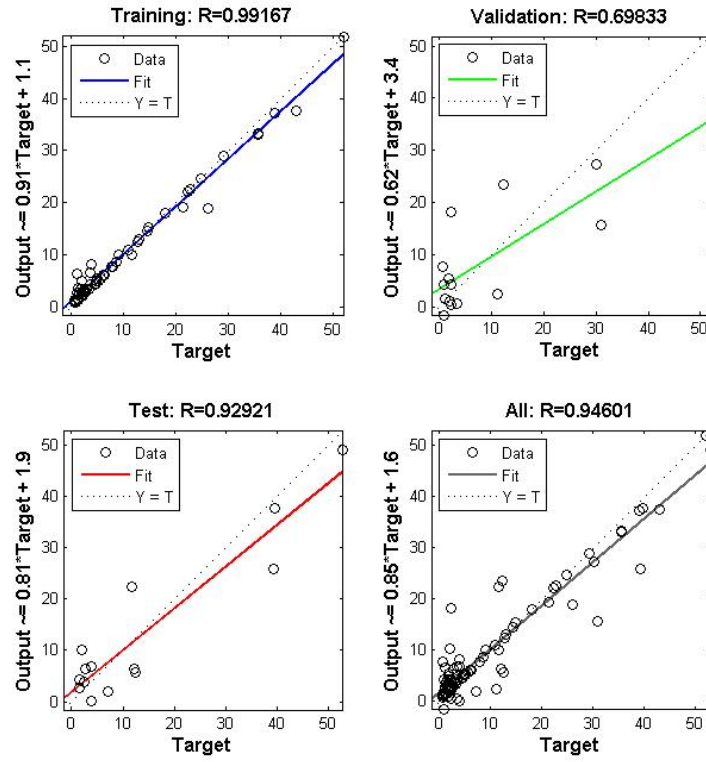
Ek 18. (10-10-20) nöron sayısına göre pikdata yansımalarının ESP doğruluk grafikleri



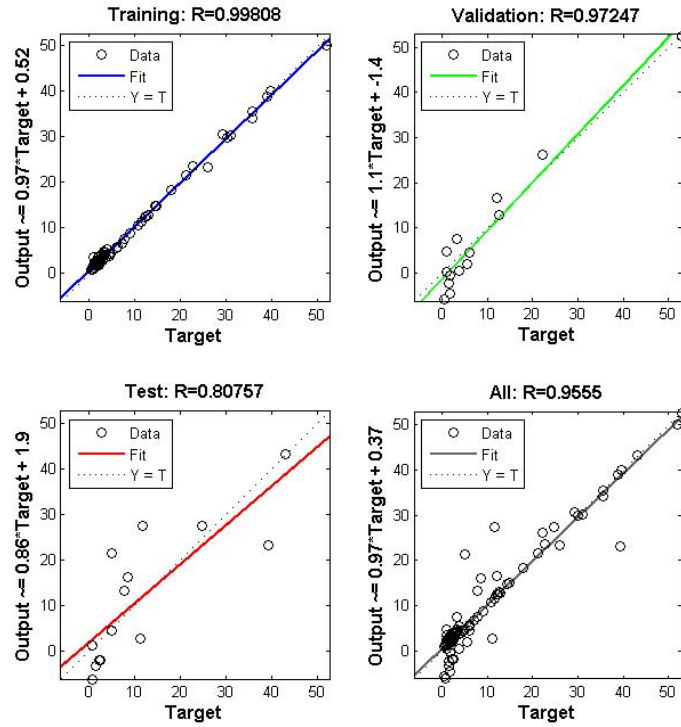
Ek 19. (10-10-30) nöron sayısına göre pikdata yansımalarının ESP doğruluk grafikleri



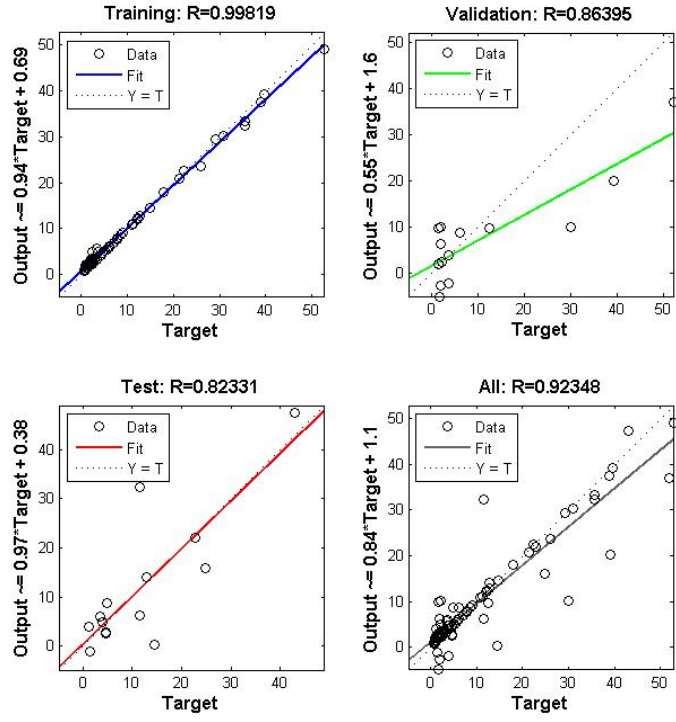
Ek 20. (10-10-40) nöron sayısına göre pikdata yansımalarının ESP doğruluk grafikleri



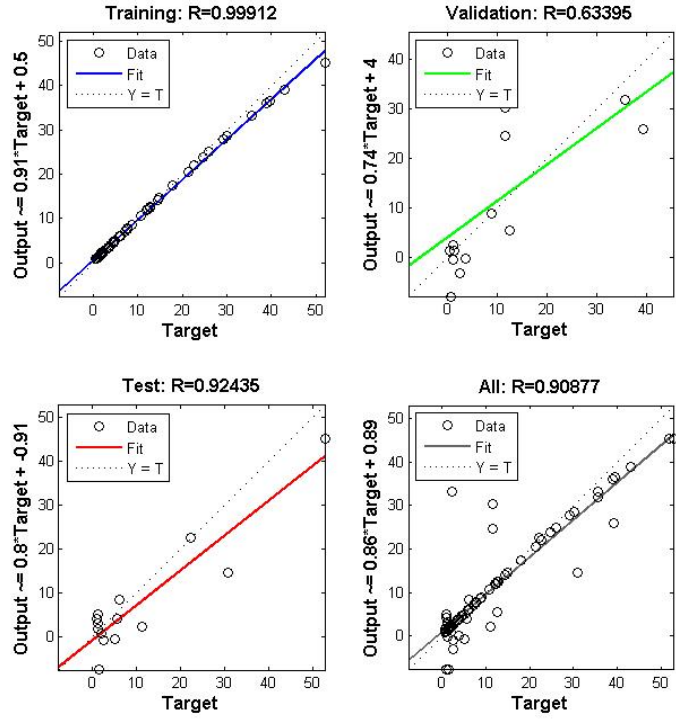
Ek 21. (10-5-20) nöron sayısına göre medyan data yansımalarının ESP doğruluk grafikleri



Ek 22. (10-10-20) nöron sayısına göre medyan data yansımalarının ESP doğruluk grafikleri



Ek 23. (10-10-30) nöron sayısına göre medyan data yansımalarının ESP doğruluk grafikleri



Ek 24. (10-10-40) nöron sayısına göre medyan data yansımalarının ESP doğruluk grafikleri