



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



FARKLI KONUMSAL TAHMİN
YÖNTEMLERİNİN TOPRAK HARİTALAMA
SONUÇLARINA ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI

Ramazan AKKAYA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Mayıs-2022
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ramazan AKKAYA tarafından hazırlanan “Farklı Konumsal Tahmin Yöntemlerinin Toprak Haritalama Sonuçlarına Etkisinin Araştırılması” adlı tez çalışması 11/05/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Muzaffer KAHVECİ

Danışman

Prof. Dr. Ekrem TUŞAT

Üye

Prof. Dr. Semih EKERCİN

İmza

.....

.....

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Ramazan AKKAYA

Tarih: 11/05/2022

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI KONUMSAL TAHMİN YÖNTEMLERİNİN TOPRAK HARİTALAMA SONUÇLARINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Ramazan AKKAYA

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Ekrem TUŞAT

2022, 83 Sayfa

**Jüri
Prof. Dr. Muzaffer KAHVECİ
Prof. Dr. Ekrem TUŞAT
Prof. Dr. Semih EKERCİN**

Ülkemizde ve dünyada teknolojik gelişmeler, her alanda olduğu gibi tarımsal faaliyetlerde de yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Tarımsal faaliyetin ülkeler ve dolayısıyla insanlar için son derece hayati olduğu göz önüne alınırsa, tarımsal verimliliğin her geçen gün artırılması son derece önemli bir ihtiyaçtır. Tarımsal verimliliğin artırılması için yapılması gereken yöntemlerden biri ise toprak etütleri yapılarak, bitkilerin büyüme ve yaşamları için ihtiyaç duydukları elementlerin en uygun biçimde verilmesidir. Bitkilerin bu ihtiyaçlarının en uygun biçimde karşılanması için, yapılan toprak etütlerinin uygun dağılımda olması ve bu toprak etütlerinden faydalanarak diğer bölgeler için en uygun tahmin işleminin yapılması gerekmektedir. Bu tahmin işlemi için birçok konumsal tahmin yöntemi geliştirilmiştir. Bu kapsamda en çok kullanılan 5 konumsal tahmin yöntemi (En yakın komşuluk, Uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma, Yüzey trend analiz yöntemi, Nokta KRIGING ve Yapay sinir ağı yöntemi) kullanılarak 600 model verisi yardımıyla, 200 adet test noktası için tahmin edilmiştir. Bu tahminlerden 3 tanesi (En yakın komşuluk, Uzaklığın tersi ile Ağırlıklandırma ve Yüzey trend analiz) için Android Stüdyo kullanılarak bir Android uygulama geliştirilmiş, konumsal tahmin yöntemlerinden bir diğeri olan Nokta KRIGING Yöntemi için Surfer programı ve YSA (Yapay Sinir Ağları) için ise MATLAB programı kullanılmış olup, tahminlerin sonuçlarının Arcgis programında tematik haritaları oluşturulmuş, sonuçlar istatistiksel olarak incelenmiş ve bunların kullanılabilirliği hakkında inceleme yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: GNSS + CBS, Jeostatistik, Hassas Makineli Tarım, Matlab, Surfer, Toprak etüd

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT SPATIAL INTERPOLATION METHODS ON SOIL MAPPING

Ramazan AKKAYA

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Map Engineer**

Advisor: Prof. Dr. Ekrem TUŞAT

2022, 83 Pages

Jury

**Prof. Dr. Muzaffer KAHVECİ
Prof. Dr. Ekrem TUŞAT
Prof. Dr. Semih EKERCİN**

Technological developments in our country and in the world are used intensively in agricultural activities as in every field. Considering that agricultural activity is extremely vital for countries and therefore people, it is an extremely important need to increase agricultural productivity day by day. One of the methods that should be done to increase agricultural productivity is to provide the most appropriate elements for the growth and life of plants by conducting soil surveys. In order to meet these needs of the plants in the most appropriate way, the soil surveys should be in an appropriate distribution and the most appropriate estimation should be made for other regions by making use of these soil surveys. Many spatial estimation methods have been developed for this estimation process. In this context, it has been estimated for 200 test points with the help of 600 model data, using the 5 most widely used spatial estimation methods (Nearest neighborhood, Inverse weighting, Surface trend analysis method, Point KRIGING and Artificial neural network method) and artificial neural networks. An android application was developed using Android Studio for 3 of these estimations (Nearest Neighborhood, Inverse of Distance Weighting and Surface trend analysis), Surfer program for Point KRIGING Method, which is another of the spatial estimation methods, and MATLAB program for ANN (Artificial Neural Networks). Thematic maps of the results of the predictions were created in the Arcgis program, the results were analyzed statistically and their usability was examined.

Keywords: GNSS + GIS, Geostatistics, Precision Machinery Agriculture, Matlab, Surfer, Soil survey

ÖNSÖZ

Yazılmış olan bu yüksek lisans tezinde konumsal tahmin yöntemlerinin, hassas makineli tarım sistemlerinde kullanılabilirliği araştırılmış ve incelenmiştir. Çalışma kapsamında Konya Teknik Üniversitesi öğretim üyesi ve proje danışmanım Prof. Dr. Ekrem Tuşat’a, verilerin temini için yardımcı olan Devlet Su İşleri 4.Bölge Müdürlüğü’ne her türlü desteği için teşekkür ederim.

Ramazan AKKAYA
KONYA-2022



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. JEOİSTATİSTİKSEL KAVRAMLAR	2
2.1. Değişkenler Arası İlişkiler	2
2.1.1. Korelasyon	2
2.1.2. Regresyon Analizi ve Belirlilik Katsayısı	4
2.2. Bölgeselleşmiş Değişkenler	5
2.3. Variogram ve Semi-Variogram	6
2.3.1. Deneyisel Semi-Variogram Parametreleri	7
2.3.2. Kuramsal semi-variogram modelleri	8
2.3.2.1. Küresel (spherical) model	9
2.3.2.2. Üssel (Eksponansiyel) model	10
2.3.2.3. Gauss model	10
3. KONUMSAL TAHMİN YÖNTEMLERİ	12
3.1. Konumsal Tahmin	12
3.2. En Yakın Komşuluk Yöntemi	12
3.3. Uzaklığın Tersine İle Ağırlıklandırma Yöntemi (IDW)	13
3.4. Yüzey Trend Analiz Yöntemi	14
3.5. KRIGING Yöntemi	16
4. YAPAY SİNİR AĞLARI VE MATLAB	20
4.1. Tanım	20
4.2. Yapay Zeka	21
4.3. Yapay Sinir Ağları (YSA)	22
4.3.1. Sinir Sistemi ve Biyolojik Nöronlar	24
4.3.2. Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme	25
4.3.3. Yapay Sinir Ağları Modelleri ve Yapıları	26
4.4. Matlab İle Yapay Sinir Ağları Uygulaması	28

5. ANDROID STUDIO VE KOD BİLGİSİ	42
5.1. Tanım	42
5.2. CSV Dosyasını Okuma	43
5.3. Tahmin Yöntemleri İçin Belirlenen Konumların Seçilmesi	45
5.4. Konumsal Tahmin Yöntemlerinin Yazılması	46
5.5. Konumsal Tahmin Raporunun Yazılması.....	47
5.6. Tahmin Raporlarının Kaydedilmesi.....	48
6. MATERYAL VE YÖNTEM.....	50
7. BULGULAR VE TARTIŞMALAR	55
8. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	77
KAYNAKLAR	79
ÖZGEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

A	:Dizayn Matrisi
n	:Ölçüm Nokta Sayısı
l	:Ölçekler Vektörü
X	:Bilinmeyen Vektörü
r	:Korelasyon Katsayısı
R^2	:Belirlilik Katsayısı
σ_y	:Bağımlı Değişken Y'nin Standart Sapması
S_y	:Regresyon Denkleminin Yapılacak Tahminlerin Standart Hatası
σ_K^2	:Kriging Varyansı
$Z(x)$	:x Noktasından Alınan Örneğin Değişken Değeri
$Z(S_i)$	: S_i Noktasından Alınan Örneğin Değişken Değeri
$Z(x+h)$	:x Noktasından h Kadar Uzaklıktaki Örnek Değişken Değeri
$Z^*(S_A)$	:Uzaklıkla Ağırlıklandırılmış Ortalama Değişken Değeri
E	:Beklenen Değer
$N(h)$	:Örnek Çift Sayısı
$\gamma(h)$	:Semi - Variogram Fonksiyon
C_0	:Külçe Varyansı
C	:Eşik Değeri
a	:Etki Mesafesi
k	:Komşu Nokta Sayısı
d	:Örnek Noktası İle Tahmin Noktası Arasındaki Mesafe
$d(A,B)$	:A ve B Noktası Arası Öklid Uzaklığı
X_1	:Herhangi Bir Noktanın Noktanın X Koordinatı
Y_1	: Herhangi Bir Noktanın Noktanın Y Koordinatı
W_i	:i Noktasının Bilinen Konumdaki Ağırlığı
d	:Örnek Noktası İle Tahmin Noktası Arasındaki Mesafe
λ	:Lagrangian Çarpanı
$\bar{\gamma}(S_i, S_j)$	: S_i 'den S_j 'ye Ortalama Variogram
$\bar{\gamma}(S_i, A)$	: S_i ile A Hacmi Arasındaki Ortalama Variogram

Kısaltmalar

API	:Application Programming Interface (Uygulama Programlama Arayüzü)
BLUE	:Best Linear Unbiased Estimator
BLUP	:Best Linear Unbiased Prediction
Ca	:Kalsiyum
CBS	:Coğrafi Bilgi Sistemi
Exp	: Eksponansiyel
GNSS	:Global Navigation Satellite System (Küresel Konum Belirleme Sistemleri)
IDW	: Inverse Distance Weighting
ITRF:	:International Terrestrial Reference System (Uluslararası Yersel Referans Sistemi)
HGM	:Harita Genel Müdürlüğü
MATLAB	:Matrix Laboratory
Mg	:Magnezyum
Na	:Sodyum
SAM	:Sayısal Arazi Modeli
UTM	:Universal Transverse Mercator
YSA	:Yapay Sinir Ağları
WGS84	: World Geodetic System 1984 (Dünya Jeodezik Sistemi 1984)

1. GİRİŞ

Günümüzde konuma dayalı tahmin yapabilmek amacıyla pek çok matematiksel modelleme ve enterpolasyon yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemler içerisinde en yakın komşuluk, uzaklığın tersiyle ağırlıklandırma, yüzey trend analiz, KRIGING ve yapay sinir ağları yöntemleri en çok kullanılanlarıdır. Bu yöntemlerle, hesaplanmak istenen noktadaki değerin tahmin edilmesi ve bu hesaplanan verilerin harita üzerinde incelenip, tahmin değerlerinin doğruluk incelemesi yapılabilmektedir. Özellikle tematik harita üretimi ve jeostatistik çalışmalarında bu ve benzeri yöntemler kullanılmaktadır. En uygun modelin kurulması ve seçilmesi, tematik harita üretimi ve enterpolasyon sonuçlarını doğrudan etkilemektedir.

Bu tezin amacı ise belli bir bölge içerisinde farklı modelleme ve enterpolasyon yöntemleri kullanılmasının, tahmin edilmek istenen değerlerin sonuçlara etkisini incelemektir. Bu amaçla seçilecek çalışma bölgesinde mevcut toprak analizleri sonuçlarına göre sahanın toprak sınıfları ve elementlerine göre modelleme yapılarak, test noktalarında toprak analizi sonuçları tahminleri (toprak içerisindeki elementler vb.) yapılmıştır. Farklı modelleme ve enterpolasyon yöntemleri kullanılmasının sonuçlara etkisi irdelenmiştir. Bunun yanı sıra bu işlemleri gerçekleştirmek üzere online haritalama sistemleri geliştirilmiştir. Böylece hassas tarım uygulamaları içerisinde önemli bir yere sahip olan GNSS+CBS entegrasyonu konusu araştırılmış, jeostatistik modellerin sonuçlara etkisi incelenmiş ve bu işlemler için bir uygulama geliştirilmiştir.

2. İSTATİSTİKSEL KAVRAMLAR

2.1. Değişkenler Arası İlişkiler

Günlük hayatımızda ve bilimsel araştırmalar sırasında karşımıza birçok problem çıkmaktadır. Bu problemlerin çözülebilmesi için, iki veya daha fazla değişken arasında ilişkinin olup olmadığını varsa bu ilişkinin yönünün araştırması gerekmektedir. Değişkenler arasında ilişkinin olup olmadığı, varsa bu ilişkinin yönünün belirlenmesi için istatistikte korelasyon - regresyon analizlerinin kullanılması gerekmektedir. Korelasyon - Regresyon analizleriyle değişkenler arasındaki ilişkinin derecesinin ve yönünün belirlenmesi ile birlikte ilişkinin anlamlılığına bağlı olarak diğer değişkenler için tahminler yapılır. İstatistiksel anlamda iki ya da daha fazla değişken arasında bir bağıllığın olabilmesi için bu değişkenler arasında bir ilişkinin olması gerekmektedir. Örneğin, günlük elektronik aletlere bakan kişilerin gözlerinin bozulma olasılığı veya bir kişinin çalıştığı yerdeki tecrübesi ile maaşının durumu arasında bir ilişki olup, bu ilişki zaman ilerledikçe değişmektedir. Neden niteliğindeki bu değişkenler ile sonuç niteliğindeki değişkenler arasındaki ilişkinin belirlenmesinde regresyon, ilişkinin güçlü olup olmadığının belirlenmesinde ise korelasyon analizlerinden yararlanılabilir. Bu sayede hem değişkenler arasındaki ilişki belirlenmiş hem de bu ilişkinin güçlülük derecesi belirlenmiş olmaktadır (Konuk, A.,2016).

2.1.1. Korelasyon

İki veya daha çok değişken arasında bir ilişkinin olup olmadığı, ilişki varsa yönünü ve gücünü belirleyen analize “korelasyon” denilmektedir. Korelasyon katsayısı ise (r), iki değişken arasındaki ilişkinin ölçüsünü vermektedir. Korelasyon katsayısının hesaplanabilmesi için aşağıda belirtilen denklemlerden birisinin kullanılması gerekmektedir;

$$r = \frac{\sum(X - \bar{X}) * (Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X - \bar{X})^2 * \sum(Y - \bar{Y})^2}} \quad (2.1)$$

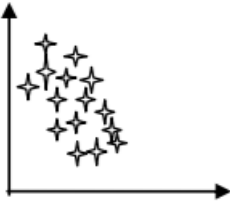
$$r = \frac{\sum x * y}{\sqrt{\sum x^2 * \sum y^2}} \quad (2.2)$$

Korelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında değer almaktadır,

- $r = -1$ olması, ters yönlü tam doğrusal bir ilişki,
- $r = +1$ olması, aynı yönde tam doğrusal bir ilişki,
- $r = 0$ olması ise doğrusal bir ilişki olmadığını gösterir.

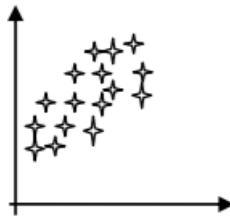
Korelasyon katsayısı işareti ise ilişkinin yönünü belirlemektedir (Topal, K, K., 2015).

Korelasyon işaretini grafiksel olarak anlatacak olursak,



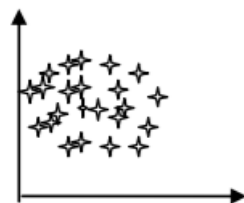
- İki değişkenin her ikisi de aynı yönde değişim gösterirse aralarındaki ilişki pozitifdir ve korelasyon katsayısının işareti (+) olur (Kemaloğlu, S, A., ve Babacan E, K.,2019).

Şekil 2.1 Değişkenler arası negatif ilişki (URL1)



- Değişkenlerden biri artarken diğeri azalıyorsa ilişki negatiftir ve korelasyon katsayısı (-) işaretlidir (Kemaloğlu, S, A., ve Babacan E, K.,2019).

Şekil 2.2 Değişkenler arası pozitif ilişki (URL1)



- Değişkenler arasında negatif yada pozitif yönde birlikte bir değişim yoksa bu durumda korelasyon katsayısı sıfırdır (Kemaloğlu, S, A., ve Babacan E, K.,2019).

Şekil 2.3 Değişkenler arası nötr ilişki (URL1)

2.1.2. Regresyon Analizi ve Belirlilik Katsayısı

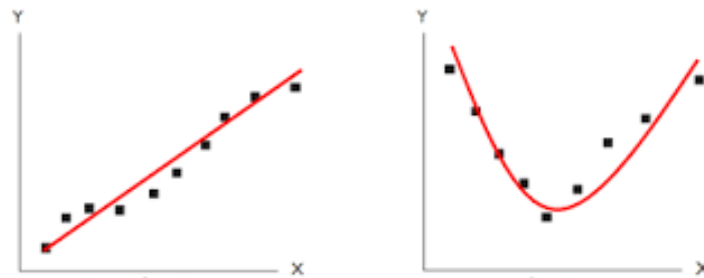
Regresyon analizi, aralarında sebep-sonuç ilişkisi bulunan iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi, o konu ile ilgili tahminler (estimation) ya da kestirimler (prediction) yapabilmek amacıyla regresyon modeli olarak adlandırılan matematiksel bir model ile karakterize eden bir istatistik analiz tekniğidir (Yavuz, S.,2009). Doğrusal regresyonda iki değişken arasında ilişki olup olmadığını veya regresyon doğrusunun gözlem değerlerini açıklayıp açıklamadığını anlamada korelasyon katsayısı kullanılmaktadır. Korelasyon katsayısının işareti, daima doğrunun eğiminin işaretiyle uyumludur. Üssel regresyon denklemi ise eğrisel olduğundan, bu eğrinin birden fazla eğimi söz konusudur. Bu durumda, üssel regresyon denklemi için korelasyon katsayısını kullanamayız. Bu nedenle, üssel regresyon denkleminin gözlem değerini ne derece açıklayıp açıklamadığını anlamada belirlilik katsayısı (R^2) kullanılır (Konuk, A.,2016).

Belirlilik katsayısı aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir.

$$R^2 = 1 - \frac{S_y^2}{\sigma_y^2} \quad (2.3)$$

Burada, R^2 : belirlilik katsayısı, S_y : regresyon denklemiyle yapılacak tahminlerin standart hatası ve σ_y : bağımlı değişken Y'nin standart sapmasını göstermektedir (Konuk, A.,2016).

Belirlilik katsayısı 0 ile 1 arasında değer alır. R^2 'nin değeri yükseldikçe regresyon düzleminin örnek gözlemlerine uyumu artar (Çil, N.,2016). R^2 değerinin 0 olması durumu değişkenler arasında hiçbir ilişkinin olmadığı ve belirsizlik olduğu, R^2 değerinin 1 olması durumu ise değişkenler arasında tam bir ilişkinin olduğu anlamına gelmektedir (Akbulut, M, C., 2011).



Şekil 2.4 Değişkenler arası Doğrusal ve Eğrisel İlişki Durumu (Akbulut, M, C., 2011)

2.2. Bölgeselleşmiş Değişkenler

Klasik istatistiksel yöntemler, alınan örneklerin yerlerini (konumlarını), birbirlerini ne şekilde takip ettiklerini, alınan örneklerin etki alanlarının ne olduğunu dikkate almayan yöntemlerdir. George Matheron tarafından 1963 yılında geliştirilmeye başlanmış olan jeostatistik, farklı nicelik ve duyarlılıktaki örnek veri setlerinin, konumsal ilişkilerini de dikkate alan uygulamalı istatistik bilimidir (Konuk, A.,2016).

Belirli bir bölgeye özgü alan ve konumları koordinatlarıyla tanımlanmış olan değişkenler, bölgeselleşmiş değişkenler denilmektedir (Konuk, A.,2016). Bölgeselleşmiş değişkenler raslantısal değişken olmadıkları için, örnekleme yapılmamış değişkenlerin tahmininde raslantısal örnekleme kuralları kullanılamaz.

Bir noktanın konumunu x ile ifade edecek olunursa $Z(x)$ yersel olarak bir rassal değişkendir. Bölgesel olarak incelendiğinde $Z(x)$ ve $Z(x+h)$, h uzaklığına bağlı olarak her ölçüm noktasında bağımsız değildir ve konumsal otokorelasyonla birbirleri arasında bir ilişki söz konusudur (Journel, A.G. ve Huijbregts, Ch.J., 1978).

Bölgeselleşmiş değişkenlerin özelliklerini aşağıdaki gibi özetleyebiliriz.

- Yersellik (Lokalizasyon): Belirli konumsal noktalardan alınan örnek değerlerinin, konumlarına bağlı olarak sistematik bir ilişki içinde olmasını ifade etmektedir.
- Devamlılık: Konumsal olarak alınan örnekler belirli bir mesafe içerisinde sürekli ve devamlı bir ilişki içindeyken, belirli bir mesafeden sonra ise devamlılık ve süreklilik göstermez.
- Yönsel Değişim (Anizotropi): Belirli bir konumdaki örnek değişkenin etki alanı her yönde aynı uzanımı göstermeyebilir. Başka bir deyişle, değişken bir yönde süreklilik gösterebilmesine karşı, başka bir yönde süreksiz ve düzensiz değişiklik gösterebilmektedir. Bölgeselleşmiş değişken örneklerinde belirli bir mesafe içerisinde devamlılığın yönsel farklılık göstermesiyle ilgili değişkene anizotropik bir değişken edilebilmektedir.
- Geçişler: Konumsal olarak alınan bazı örnekler arasında belirli aralıklarla devamlılık gözlenirken, bazı mesafe aralıklarında ise devamlılık gözlenmeyebilir. Bu olay geçişler halinde devam eder (Konuk, A.,2016).

2.3. Variogram ve Semi-Variogram

Jeoistatistik'te, çok sayıda örneklenmiş bölgesel değişkenlerin, uzaklığa bağlı olarak değişimleri variogram fonksiyonları ile belirlenmektedir ve bu fonksiyon birbirinden h kadar uzaktaki iki değişken arasındaki farkın varyansını da ifade etmektedir. Değişkenler arasındaki uzaklık farkının artması ile birlikte değişken değerleri arasındaki gözlenen farklılıklarda artacaktır. Varyansın artması ise değişkenler arası ilişkinin azalması şeklinde yorumlanabilir. Başka bir deyişle, iki nokta arası farkın büyüklüğü noktalar arası mesafenin büyüklüğüne bağlıdır (Deutsch, C.V., ve Journel, A.G., 1992).

Variogram fonksiyon,

$$2\gamma(h) = E [(Z(x+h) - Z(x))^2] \quad (2.4)$$

Burada;

- $2\gamma(h)$: h uzaklık farkına göre hesaplanan variogram fonksiyonu,
- $Z(x)$: x noktasındaki alınan örneğin değişken değeri,
- h : noktalar arası uzaklık
- $Z(x+h)$: x noktasından h kadar uzaklıktaki örneğin değişken değeri,
- E : Beklenen Değer (LeMay, N, E., 1998).

Variogram fonksiyonunun yarı ise semi-variogram fonksiyonunu vermektedir. Semi-variogram fonksiyonu ise aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir;

$$\gamma(\vec{h}) = \frac{1}{2} * \frac{1}{N(\vec{h})} \sum_{i=1}^{N(\vec{h})} [z(\vec{x}_i + \vec{h}) - z(\vec{x}_i)]^2 \quad (2.5)$$

$N(h)$: Örnek çift sayısı,

$\gamma(h)$: Semi-variogram fonksiyonu (Bachmaier, M., ve Backes, M., 2008).

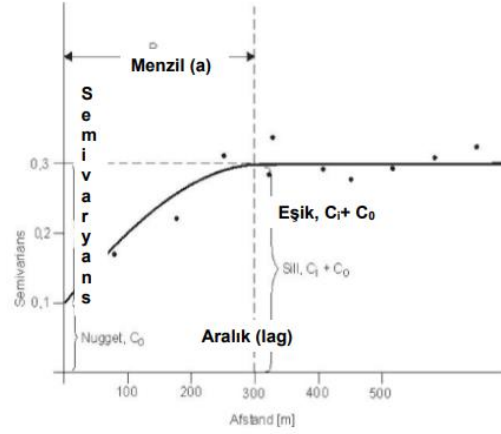
2.3.1. Deneysel Semi-Variogram Parametreleri

Örneklenen veri çiftleri değişken değerleri arasındaki farkların karelerin toplamının uzaklığa bağlı değişimi ile elde edilen deneysel semi-variogramın 3 önemli parametresi bulunmaktadır. Bunlar;

- Külçe Varyansı (C_0) : Teoriye göre sıfır ayrılma mesafesindeki semi-variogram değeri sıfır olmalıdır. Ancak, sonsuz derecede küçük bir ayrılma mesafesinde, semi-variogram genellikle 0'dan büyük bir değer sergiler, buna külçe varyansı denilmektedir (Lagadaparı, Y, S., 2015).

- Eşik Değer (C) : Semi-variogram modelinin düzenli şekilde artışının sonlandığı değere eşik değeri denilmektedir (Lagadaparı, Y, S., 2015). Bu noktadan sonra iki örneğin değerlerinin ortalama varyasyonu aralarındaki uzaklığa bağlı olmamakta, $Z(x)$ ve $Z(x+h)$ arasında hiçbir ilişki kalmamaktadır. $\gamma(h)$ 'nın sabit olduğu a uzaklığından sonra, jeostatistikle elde edilen sonuç klasik istatistikle elde edilen sonucun aynısı olmaktadır (Konuk, A., 2016).

- Etki Mesafesi (a) : Bir semi-variogram modeline baktığımızda, belli bir mesafede modelin düzleştiği fark edilir. Modelin ilk düzleştiği mesafe, etki mesafesi olarak bilinir (URL 3, ArcGISPro). Başka bir deyişle, bölgesel değişkenin iki örnek değeri arasında, uzaklığa bağlı ilişkinin bulunduğu en büyük mesafe etki mesafesidir. Deneysel semi-variogram değerlerindeki $\gamma(h)$ 'daki artış, etki uzaklığı adı verilen belli bir a uzaklığının ötesinde genellikle değişmemekte ve sabit kalmaktadır. Etki mesafesinden daha uzak mesafedeki örnek değişken değerleri birbirinden bağımsız kabul edilir. Etki mesafesine yapısal olarak uzaklık da denilmektedir (Konuk, A., 2016).



Şekil 2.5 DeneySEL Semi-Variogram Parametreleri (URL4)

2.3.2. Kuramsal semi-variogram modelleri

Bölgeselleşmiş değişkenlerin özelliklerinin belirlenmesi ve daha sonra örneklenmiş noktaların kestiriminde kullanılmak üzere, araziden alınan örneklerle hesaplanan deneySEL semi-variogram değerlerinin modellenmesi (uygun eğri tipinin bulunması) gerekir. DeneySEL semi-variogram değerlerine model uyarlama konusunda bir çok araştırma yapılmış olup, bunların bir kısmı Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1: Çeşitli semi-variogram modelleri (Yaprak, S., ve Arslan, E., 2008)

VARIÖGRAM MODELLERİ	FONKSİYON	DURUM
Gauss	$\gamma(s) = C_0 + C \left(1 - \exp\left(-\frac{s^2}{a^2}\right)\right)$	
Üssel	$\gamma(s) = C_0 + C \left(1 - \exp\left(-\frac{s}{a}\right)\right)$	
Küresel	$\gamma(s) = C_0 + C \left(\left(\frac{3s}{2a}\right) - \left(\frac{s^3}{2a^3}\right)\right)$ $\gamma(s) = C_0 + C$	$(0 \leq s \leq a)$ $s > a$
Liner	$\gamma(s) = C_0 + C \cdot s$	
Logaritmik	$\gamma(s) = C_0 + C \cdot \log(s)$	$s > 0$

2.3.2.1. Küresel (spherical) model

Matheron tarafından önerilmiş olan bu küresel modelde, semi-variogram fonksiyonu orjine yaklaştıkça doğrusal özellik göstermektedir (Şekil 2.6). Küresel (spherical) model aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır;

$$\gamma(h) = C_0 + C \left(\left(\frac{3h}{2a} \right) - \left(\frac{h^3}{2a^3} \right) \right) \quad (0 \leq h \leq a) \quad (2.6)$$

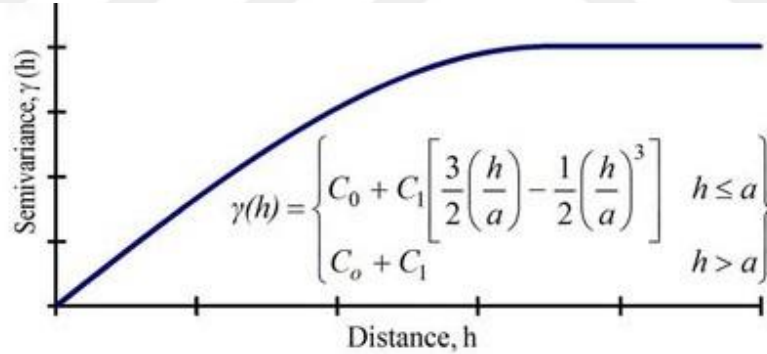
$$\gamma(h) = C_0 + C \quad h > a \quad (2.7)$$

Burada,

$\gamma(h)$: h mesafesindeki variogram değerini,

C : Eşik değerini,

a : Etki mesafesini belirtmektedir (Ertunç G., 2013) .



Şekil 2.6 Küresel Variogram Modeli (URL5, 2017)

2.3.2.2. Üssel (Eksponansiyel) model

Üssel modelin fonksiyonel şekli de orijinden başlar, yavaş yavaş yükselir ve eşik değerine tamamen ulaşamaz. Etki mesafesi, uygulamada eşik değerinin %95'ine denk gelen mesafe olarak kabul edilir (Ertunç G., 2013). Üssel (Eksponansiyel) model aşağıdaki gibi tanımlanabilmektedir;

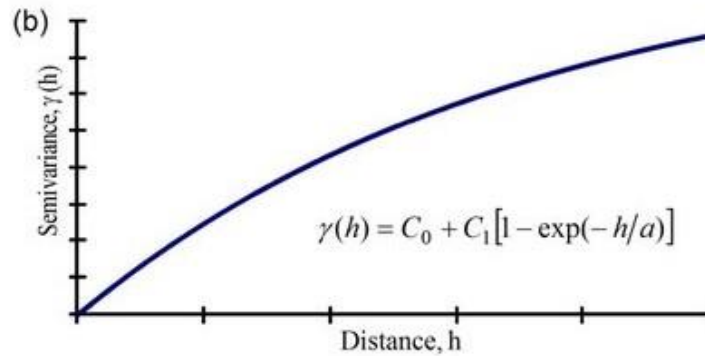
$$\gamma(h) = C_0 + C (1 - \exp\left(-\frac{h}{a}\right)) \quad (2.8)$$

Burada;

$\gamma(h)$: h mesafesindeki variogram değerini,

C : Eşik değerini,

a : Etki mesafesini belirtmektedir (Konuk, A., 2016).



Şekil 2.7 Üssel(Eksponansiyel) Variogram Modeli (URL5, 2017)

2.3.2.3. Gauss model

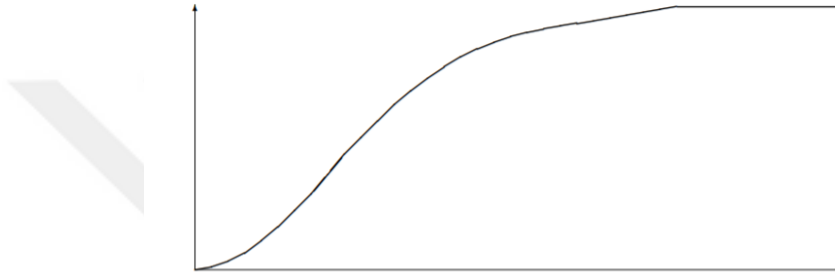
Gauss variogramı iki parametre ile karakterize edilir (C: eşik değeri ve a: etki mesafesi). Üssel variogram durumunda olduğu gibi, korelasyonlu ve korelasyonsuz rasgele değişkenler arasında teorik bir sınır yoktur (Bardossy, A., 1998). Gauss model aşağıdaki gibi tanımlanabilmektedir;

$$\gamma(h) = C_0 + C \left(1 - \exp\left(-\frac{h^2}{a^2}\right)\right) \quad (2.9)$$

$\gamma(h)$: h mesafesindeki variogram değerini,

C : Eşik değerini,

a : Etki mesafesini belirtmektedir(Mahdi, E., Abuzaid, A, H., ve Atta A, M, A., 2020).



Şekil 2.8. Gauss Variogram Modeli (Mahdi, E., Abuzaid, A, H., ve Atta A, M, A., 2020)

3. KONUMSAL TAHMİN YÖNTEMLERİ

3.1. Konumsal Tahmin

Konumsal analizler sonrasında, örnek alınmış noktalar kullanılarak örnek alınmamış noktaların noktasal olarak tahminlerini yapmaya çalışırız. Bu tahminlerden en yakın komşuluk yöntemi, uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma (IDW) yöntemi, yüzey trend analiz yöntemi ve KRIGING yöntemi gibi enterpolasyon (tahmin) yöntemleri kullanılabilir. Bu yöntemlerden uzaklığın tersi ile ağırlıklandırmada (IDW) örnek nokta değerlerinin ağırlıkları uzaklığa bağlı olarak değişmekte, en yakın komşuluk yönteminde sadece en yakın örnek noktalar dikkate alınmakta ve yüzey trend analiz yönteminde ise tüm örnek noktaların ağırlıkları ortalama bir polinom ile ifade edilmektedir (Konuk, A.,2016).

Klasik tahmin yöntemlerinde alınan örnek noktalarının etki alanları ve bunların yönsel değişimlerinin nasıl olduğunu dikkate almayan yöntemlerdir. Klasik tahmin yöntemlerinde yapılan konumsal tahminlerde, hata büyüklüğü artmakta ve tahminlerin güvenilirliği azalmaktadır. Bu dezavantajların giderilmesi için jeoistatistiksel KRIGING yöntemleri uygulanmaktadır (Konuk, A.,2016).

İsmi Güney Afrikalı araştırmacı D.G. Krige'den alan jeoistatistiksel KRIGING yönteminde, örneklerin düzensiz ve sürekliliğin yönsel olarak değiştiği durumlarda, bir noktanın veya bloğun ortalama değerini en küçük hata ile yansız olarak tahmin etmede variogram fonksiyonu kullanılmaktadır. KRIGING yöntemi, tahmin hatalarının varyansını en küçükleyen ve yansız tahminler yapmamızı sağlayan bir yöntemdir. KRIGING yönteminde nokta ve blok değerine etkisini açıklayan ağırlık katsayıları, semi-variogram fonksiyonu yardımıyla bulunmaya çalışılmaktadır. Bu ağırlık katsayıları, tahmin varyansını en küçükleyecek bir kombinasyon içerir (Konuk, A.,2016).

3.2. En Yakın Komşuluk Yöntemi

Genellikle sınıflandırma ve kümeleme çalışmalarında kullanılan en yakın komşuluk yönteminde, konumu belirlenecek olan noktanın çevresindeki noktalardan yararlanılmaktadır.

En yakın komşuluk yönteminin uygulanabilmesi için öncelikle konumu belirlenecek nokta ile örnek noktalar arasındaki uzaklığın belirlenmesi gerekmektedir.

Bu uzaklık için genellikle öklid yöntemi kullanılmaktadır. Öklid yönteminin hesabı ise 2 boyutlu konumlar için eşitlik (3.1)'deki gibidir.

$$d(A, B) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (3.1)$$

Örnekleme yapılmamış S_A noktasına en yakın k adet komşu S_i noktası değişken değerlerinin $Z(S_i)$ olduğu durumda, uzaklıkla ağırlıklandırılmış ortalama değişken değeri $Z^*(S_A)$ aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$Z^*(S_A) = \frac{\sum_{i=1}^k d(S_i, S_A) \cdot Z(S_i)}{\sum_{i=1}^k d(S_i, S_A)} \quad (3.2)$$

En yakın komşuluk yöntemi, sadece en yakın komşu örnek noktası veya noktalarının değişken değeri ile tahmin yapmakta ve daha uzak noktalardaki diğer noktaları dikkate almamaktadır. Tahminlerde kullanılacak komşu noktaların sayısının (k) kaç tane olacağı belirsizdir. Ayrıca, örnek noktaları arasındaki bağımlılığı, devamlılığı ve yönsel sürekliliği dikkate almayan bir yöntemdir (Konuk, A., 2016).

3.3. Uzaklığın Tersine Ağırlıklandırma Yöntemi (IDW)

Jeodezide yaygın olarak kullanılan enterpolasyon yöntemlerinden birisi de Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon yöntemidir. Uzaklığın Tersine Ağırlıklandırma Yöntemi (IDW) sadece komşu noktalardan tahminler ürettiği için lokal bir ara kestirim yöntemidir. Uzaklığın Tersine Ağırlıklandırma Yöntemi (IDW), noktaların birbirine olan mesafelerini ağırlık hesabında kullanarak, bilinmeyen noktaların tahminini gerçekleştirir. Uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma yöntemi enterpole edilecek yüzeyde yakınındaki noktaların uzaktaki noktalara göre daha fazla ağırlığa sahip olması esasına dayanmaktadır (Kazancı Z, S., ve Kayıkçı T, E., 2014).

Uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma yöntemi (IDW) eşitlik (3.3)'de verilmiştir. Yöntemde kullanılan ağırlıklandırma eşitlik (3.4)'de verildiği gibidir. Herhangi x_0 noktasındaki tahmini değer aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$Z^*(X_o) = \sum w_i \cdot Z(X_i) \quad (3.3)$$

$$w_i = \frac{\frac{1}{d_i^p(X_i)}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p(X_i)}} \quad (3.4)$$

$Z(X_i)$: i'inci konumdaki bilinen örnek noktası değerini,

w_i : i'inci bilinen konumdaki ağırlığı,

d : örnek noktası ile tahmin yapılacak nokta arasındaki mesafeyi,

p : üssel güç katsayısı,

n : ölçüm noktası sayısını ifade etmektedir (Kale M, M., 2018).

Uzaklığın Tersisi ile Ağırlıklandırma Yöntemin (IDW) doğruluğu kullanılan verinin miktarına ve üssel katsayısına bağlıdır (Krivoruchko, K., Gotway, C., and Zhigimont, A., 2003). Ancak literatürde, optimum örnek sayısı ve üssel katsayı belirlenmesi konusunda kesin bir tavsiye yoktur (Aydın, O., ve Çiçek İ., 2013).

3.4. Yüzey Trend Analiz Yöntemi

Yüzey trend analizi yönteminde öncelikle, örnek noktalarının değişken değerleri ile iki boyutlu (x,y) veya üç boyutlu (x,y,z) konumsal doğruluğu dikkate alınarak, en küçük kareler yöntemine göre p'nci dereceden polinom denklemi elde edilmektedir. Elde edilen denklem yardımıyla da, değişken değeri bilinmeyen noktalar için tahminler yapılmaktadır. Yüzeyin derecesi seçime bağlı olmasına rağmen, Sayısal Arazi Modeli (SAM) uygulamalarında genellikle 2. ve 3. Derece polinomlar kullanır. Yüzeyin derecesi arttıkça gereksinim duyulan dayanak nokta sayısı da artmaktadır. Bu da dayanak noktalarının yeterli sayıda olmaması durumunda büyük hatalara neden olur. İlk bakışta, polinom derecesinin artmasıyla Sayısal Arazi Modeli (SAM)'dan elde edilecek doğruluğun artacağı sanısına rağmen bu doğru değildir. Derecenin artmasıyla yüzeyde gereksiz salınımlar oluşur (Köroğlu S., 2006).

Yüzey trend analiz yönteminde en basit doğrusal ve ikinci dereceden polinom denklemi (3.5.) ve (3.6.)’deki gibi ifade edilebilir ;

Basit Doğrusal Denklem:

$$Z(x, y) = a_{00} + a_{01}y + a_{10}x \quad (3.5)$$

İkinci Derece Polinom Denklemi:

$$Z(x, y) = a_{00} + a_{01}y + a_{10}x + a_{20}x^2 + a_{11}xy + a_{02}y^2 \quad (3.6)$$

(Arıkan, D., Yıldız, F., ve Makineci, B., 2020)

En küçük kareler yöntemi ile yüzey polinomlarının katsayısının hesabı için dizayn matrisi (2’inci dereceden yüzey polinomu için),

$$A_{n \times 6} = \begin{bmatrix} 1 & y_1 & x_1 & x_1^2 & x_1y_1 & y_1^2 \\ 1 & y_2 & x_2 & x_2^2 & x_2y_2 & y_2^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & y_n & x_n & x_n^2 & x_ny_n & y_n^2 \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

şeklinde oluşturulur. Ölçüler vektörü (l) ise,

$$l_{1 \times n}^T = [Z_1 \quad Z_2 \quad \dots \quad Z_n] \quad (3.8)$$

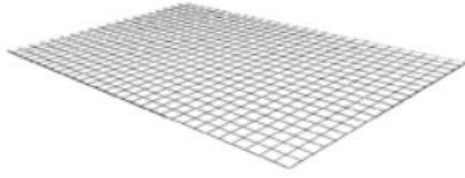
şeklinde ifade edilir. Polinom katsayılarından oluşan bilinmeyenler vektörü (X),

$$X_{1 \times 6}^T = [a_{00} \quad a_{01} \quad a_{10} \quad a_{20} \quad a_{11} \quad a_{02}] \quad (3.9)$$

şeklinde ifade edilir. En küçük kareler çözümü sonucu,

$$X = (A^T P A)^{-1} A^T P l \quad (3.10)$$

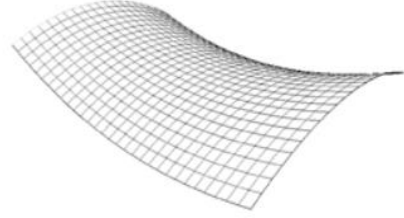
Matris eşitliği ile fonksiyonun bilinmeyen katsayıları hesaplanır(Hota, N, R., 2014).



Şekil 3.1. 1.Dereceden yüzey trend analizi

$$P(X,Y) = a + bY + cX$$

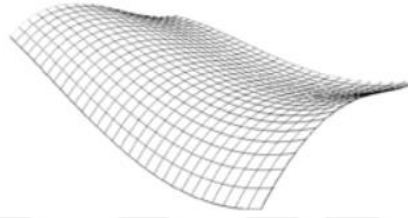
(URL7)



Şekil 3.2. 2.Dereceden yüzey trend analizi

$$P(X,Y) = a + bY + cY^2 + dX + eX^2 + fXY$$

(URL7)



Şekil 3.3. 3.Dereceden yüzey trend analizi

$$P(X,Y) = a + bY + cY^2 + dY^3 + eX + fXY + gXY^2 + hX^2 + jX^2Y + kX^3$$

(URL7)

3.5. KRIGING Yöntemi

Bu yöntemi ilk geliştiren 1951 yılında Güney Afrikalı D. G. Krige isimli maden mühendisidir. Bu enterpolasyon yöntemi çevre, meteoroloji, maden, jeoloji, inşaat gibi birçok mühendislik dalına araştırma konusu olmuştur (Kuru, B., 2018). Literatürde Jeodezi, Geomatik ve benzeri alanlarla ilgili çok fazla çalışma olmamakla birlikte uzaktan algılama, fotogrametri ve kartografik çalışmalarda uygulama alanı bulmuştur (Yiğit, Ö, C., 2003). Bu yöntem en iyi lineer yansız tahmin (BLUE) veya en iyi lineer yansız kestirim (BLUP) ile matematiksel jeodezide kollokasyon olarak tanımlanır (Boogaart vd., 2002).

KRIGING yönteminin amacı, değişken değeri bilinmeyen bir nokta veya blok çevresinde ve içindeki örnek değerlerinin ağırlık katsayılarını, semi-variogram model parametreleri yardımıyla hesaplayarak, tahmin varyansını en küçükleyecek şekilde

değişken değerini tahmin etmektir. Bir nokta veya bloğun tahmini değişken değeri, örneklenen gözlem değerlerinin konumsal düzenini ve yapısını inceleyen semi-variogram fonksiyonuna dayanmaktadır (Konuk, A., 2016).

KRIGING yönteminin genel denklemi,

$$Z_A = \sum_{i=1}^n W_i \cdot Z(S_i) \quad (3.10)$$

şeklindedir. Burada,

Z_A = bilinmeyen A noktasının değeri,

$W_i = Z_A$ değerini hesaplamak için kullanılan örnek noktaların ağırlık değerleri,

$Z(S_i)$ = hesaplamada kullanılan örnek noktalarının değişken değerleri

ifade etmektedir.

Değişken değeri bilinmeyen bir nokta için KRIGING yöntemiyle tahmin yapabilmek için öncelikle örnek noktaları dikkate alınarak semi-variogram parametrelerinin belirlenmiş olması gerekir. Daha sonra, değeri bilinmeyen nokta etrafındaki komşu örnek noktalarından hangilerinin tahminde kullanılacağını belirlemek gerekir. Bunun için değeri bilinmeyen nokta etrafında, bir arama kapsama alanı belirlenir. Bu kapsama alanı, semi-variogram modelinin etki mesafesine (a) eşit olmalıdır. Değişken değeri tahmin edilecek nokta için arama kapsama alanındaki noktaları arası ortalama semi-variogram değeri dikkate alınarak her bir noktanın ağırlık katsayısı hesaplanır. Arama kapsama alanındaki örnek noktalarının ağırlıkları kullanılarak da, noktasal değişken değeri tahmin edilir (Konuk, A., 2016).

Genel problemimiz ise ağırlık faktörünü en iyi yolla belirlemek olacaktır. Burada ağırlık faktörü iki amaç doğrultusunda seçilmedir,

- Yansızlık için $E[Z_A * -Z_A] = 0$, bu şartı sağlayabilmemiz için eşitlik

$$(3.10.)'daki \text{ ifadede } \sum_{i=1}^n W_i = 1 \text{ olmalıdır.}$$

- Minimum varyans için $\text{Var}[Z_A^* - Z_A] = \min.$ olmalıdır.

Hata varyansı $[Z_A^* - Z_A]$ variogram bağlantıları kullanarak hesaplanabilir.

$$= 2 \sum_{i=1}^n W_i \cdot \bar{\gamma}(S_i, A) - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i \cdot W_j \cdot \bar{\gamma}(S_i, S_j) \quad (3.11)$$

Burada,

$\bar{\gamma}(S_i, A) = S_i$ ile A hacmi arasındaki ortalama variogram,

$\bar{\gamma}(S_i, S_j) = S_i$ 'den S_j 'ye ortalama variogramdır (Mert, A. B., vd., 2016).

Tahmin varyansı, onun ağırlığına göre diferansiyelinin alınmasıyla minimize edilebilir ve diferansiyeli sıfıra eşittir.

$$\frac{\partial \sigma_e^2}{\partial W_i} = 0 \quad i = 1, 2, 3, 4, 5 \dots n \quad (3.12)$$

Bu diferansiyel, n eşitlik ve n bilinmeyen ($W_1, W_2, W_3, \dots W_n$) sağlayacaktır.

Burada bulunacak olan ağırlıklar toplamını $\sum_{i=1}^n W_i = 1$ ile sınırlandırmak için, diğer bir bilinmeyen olarak Lagrangian çarpanı (λ) eşitlik sistemini dengeleyici bir unsur olarak işlemlere dahil edilir. Bu durumda, n+1 eşitlik ve n+1 bilinmeyen ortaya çıkar ve $W_1, W_2, W_3, \dots W_n$ ile λ saptanabilir (Konuk, A., ve Önder, S., 1999)

Bu koşullar altında S_i örnek noktalarının ağırlıklarının hesaplanması için,

$$\sum_{j=1}^n W_j \cdot \bar{\gamma}(S_i, S_j) + \lambda = \bar{\gamma}(S_i, A) \quad (3.13)$$

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1 \quad (3.14)$$

eşitlik sisteminin çözülmesi gereklidir.

KRIGING varyansı olarak bilinen minimum varyans ise aşağıdaki eşitlikteki gibi hesaplanabilir.

$$\sigma_K^2 = \sum_{i=1}^n W_i \cdot \bar{\gamma}(S_i, A) + \lambda \quad (3.15)$$

Eşitlik (3.13) ve (3.14) sistemini nümerik olarak çözebilmek için matris formunda gösterilirse,

$$A = \begin{bmatrix} \gamma_{1,1} & \gamma_{1,2} & \gamma_{1,3} & \dots & \gamma_{1,n} & 1 \\ \gamma_{2,1} & \gamma_{2,2} & \gamma_{2,3} & \dots & \gamma_{2,n} & 1 \\ \gamma_{3,1} & \gamma_{3,2} & \gamma_{3,3} & \dots & \gamma_{3,n} & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 1 \\ \gamma_{n,1} & \gamma_{n,2} & \gamma_{n,3} & \dots & \gamma_{n,n} & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ \dots \\ W_n \\ \lambda \end{bmatrix}, \quad C = \begin{bmatrix} \bar{\gamma}(S_1, A) \\ \bar{\gamma}(S_2, A) \\ \bar{\gamma}(S_3, A) \\ \dots \\ \bar{\gamma}(S_n, A) \\ 1 \end{bmatrix} \quad (3.16)$$

$$B = A^{-1} \times C \quad (3.17)$$

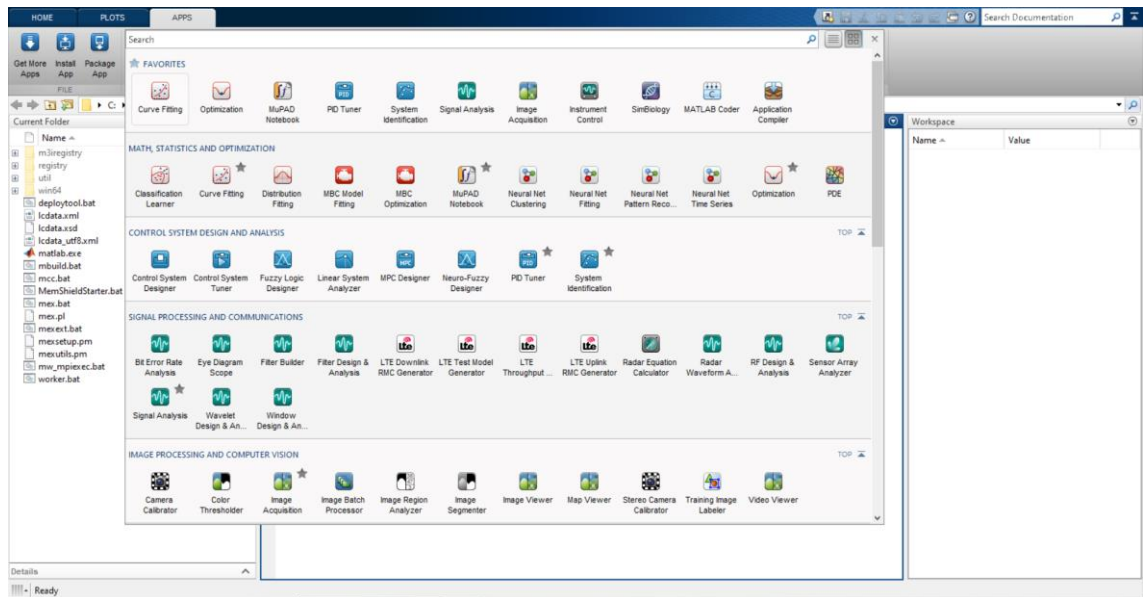
$$\sigma_K^2 = B^T C \quad (3.18)$$

şeklinde hesaplanır (Mert, A. B., vd., 2016).

4. YAPAY SİNİR AĞLARI VE MATLAB

4.1. Tanım

MATLAB, Matrix Laboratory (matris laboratuvarı) kelimelerinin ilk üç harfi alınarak oluşturulmuş bir kelimedir (URL8). MATLAB teknik bir programlama dilidir. MATLAB; sayısal işaret işleme, kontrol tasarımı, görüntü işleme, test ve ölçüm, istatistik, algoritma geliştirme, verilerin görselleştirilmesi, grafik, veri tabanı, web sunucusu, veri analizi ve sayısal hesaplamalar, filtre dizaynı, finansal modelleme ve analiz, optimizasyon, sinir ağları, C ve C++ gibi veri çözümlemesi sağlayabilen programlama dillerinden daha hızlı bir şekilde çözüm elde edilmesi vb., gibi saymakla bitmeyen bir çok alanda kullanılabilecek “toolbox (araç kutuları)” adı verilen paketler içermektedir (URL9). MATLAB’ın en önemli üstünlüklerinden birisi ise, birçok klasik olarak yazılan algoritmaların bir tek komut ile kullanıcılara sunabilmesidir. Bu sayede çok fazla satıra sahip olan programları kısaltmakta, yazılmış olan algoritmaların sona erme süresini kısaltmakta, ihtiyaç olan bellek boyutunu azaltmaktadır. MATLAB, diğer programlama dillerinde farklı olarak programı derleyip çalışabilir bir dosya haline getirmeden önce, yorumlayarak çalışmaktadır. MATLAB içerisinde bulunan Yapay Sinir Ağları (Neural Network) ve Bulanık Mantık (Fuzzy Logic) gibi araç kutuları (Toolbox) son zamanlarda ilgi çekmeye başlamış ve ön plana çıkmıştır (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. Matlab Araç Kutuları (Toolbox)

4.2. Yapay Zeka

Zeka, algılar veya kavramlar ile nesneler arasındaki ilişkiyi anlayabilme, düşünebilme, kazanımlarını bir amaca yönelik olarak çözüm bulabilme, karar verebilme, yargılama ve sonuç çıkarma yetenekleri olarak adlandırılmaktadır. Zeka, daha önce karşılaşılmamış bir durum karşısında anlama, öğrenme, adapte olma, analizde bulunabilme gibi işlevleri yeri getirebilmeye olanak sağlamaktadır. Akıl ve Zeka arasındaki anlamsal farklılık ise, akıl yalanla gerçeği, doğru ile yanlış ayırabilme, bir konuda düşünce yürütebilme ve görüş bildire yeteneğidir. İnsan olgunlaştıkça akıl gelişir. Zeka ise bir olayı önce anlama, ilişkileri kavrama, yargılama ve açıklayarak çözme yeteneğidir (URL10). Yapay zeka ise, insan zekasını modellemek için insan gibi akıl yürütme, anlam çıkartma, genelleme yapabilme, geçmiş deneyimleriyle öğrenebilme gibi yetileri bir bilgisayara veya makineye kazandırabilmedir (Ergen, M., 2019).

Yapay zeka ve doğal zeka incelenecek olunursa;

Tablo 4.1. Yapay Zeka ve Doğal Zekanın Karşılaştırılması (Yılmaz, A., 2017)

Yapay Zeka	Doğal Zeka
• Daha fazla kalıcıdır.	• Unutulması mümkündür.
• Kolaylıkla kopyalanabilir.	• Bilgi aktarımı için zaman gerekir
• Daha ucuz elde edilebilir.	• Elde edilmesi, eğitilmesi maliyetlidir.
• Tutarsızlık yoktur.	• Kararsız, değişken ve düzensizdir.
• Dokümante edilebilir.	• Tekrar üretimi zordur.
• Hızlıdır.	• Yapay zekaya göre zaman alıcıdır.
• Yaratıcılık yoktur.	• Yaratıcıdır.

şeklinde sıralanabilir.

Yapay zeka konusundaki ilk çalışma McCulloch ve Pitts tarafından yapılmıştır. Bu araştırmacıların önerisi; yapay sinir hücrelerini kullanan hesaplama modeli, önermeler mantığı, fizyoloji ve Turing'in hesaplama kuramına dayanıyordu. Her hangi bir hesaplanabilir fonksiyonun sinir hücrelerinden oluşan ağlarla hesaplanabileceğini ve mantıksal “ve” ve “veya” işlemlerinin gerçekleştirilebileceğini gösterdiler. Bu ağ yapılarının uygun şekilde tanımlamaları halinde öğrenme becerisi kazanabileceğini de ileri sürdüler. SNARC isimli ilk yapay sinir ağı temelli bilgisayar MIT’de Minsky ve Edmonds tarafından 1951’de yapıldı. 1956 yılında Dartmouth da iki aylık bir toplantı düzenlendi. Bu toplantıda bir çok çalışmanın temelleri atılmakla birlikte, toplantının en önemli özelliği Mc Carthy tarafından önerilen Yapay zeka adının konmasıdır. 1987 yılında yapılan ilk uluslararası YSA konferansında sunulan yüzlerce çalışma ve uygulama ile yapay zeka alanındaki çalışmalar yaygınlaşmaya başlamıştır (Kubat C., 2012).



Şekil4.2. Yapay Zeka (URL11)

4.3. Yapay Sinir Ağları (YSA)

Yapay sinir ağları, insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacı ile geliştirilen bilgisayar sistemidir (Öztemel, E., 2006).

İlk sinir ağı modeli 1943 yılında bir nörobiyolog olan Mc Culloch ve istatistikçi Pitts tarafından önerilen modeldir. Mc Culloch ve Pitts, “Bulletin of Mathematical Biophysics”de “A logical Calculus of Ideas Imminent in Nervous Activity” adında bir bildiri yayınlamışlardır (Karataş, E., 2011). Günümüzde ise, birçok matematik, fen, fizik, mühendislik alanlarında kullanımı yaygınlaşmaktadır.

Yapay sinir ağları, biyolojik sinir hücrelerinin bir benzeri olduğundan dolayı 5 temel öğeden oluşmaktadır. Bunlar;

- Girdiler,
- Ağırlıklar,
- Toplama Fonksiyonu,
- Aktivasyon Fonksiyonu,
- Çıktılar.

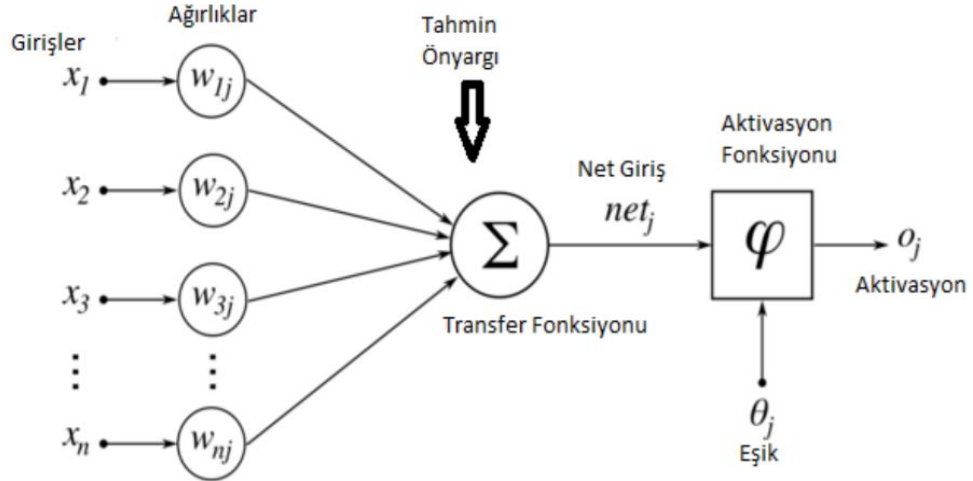
Girdiler, dış dünyadan (çevreden) veya başka bir nörondan gelen, ağına öğrenilmesi istenilen veriler (bilgiler) olarak tanımlanırlar.

Ağırlıklar, girdi verilerinin, çıktı verilerine olan etkisini belirleyen, biyolojik sinir sisteminde ise, çekirdeğe iletilmeden önce girdi verileriyle çarpılıp daha sonra çekirdeğe giden, gelen bilgilerin önemini ve nöron üzerindeki etkisini gösteren yapay sinir sistemi öğelerinden biridir. Ağırlık olarak tanımlanan bu öğenin değerlerinin büyük olması ağırlığa ait girişin önemli olması, ağırlık değerinin küçük olması ise önemli olmaması anlamına gelmektedir.

Toplama fonksiyonu, ilgili hücrenin net olarak girdi değerlerinin belirlenmesini sağlayan fonksiyondur. Toplama fonksiyonunun bir problemde belirlemesi için net bir yöntem bulunmamaktadır.

Aktivasyon fonksiyonu, toplama fonksiyonu tarafından gönderilen net bilginin işlenilip, bir çıktı değerinin elde edilmesini sağlayan fonksiyondur.

Çıktı, aktivasyon fonksiyonu sonucunda elde edilen bilgiyi dış dünyaya ileten yapay sinir ağı öğelerinden biridir.



Şekil 4.3. Yapay Sinir Hücresi (Öztürk, K., ve Şahin, M., 2018)

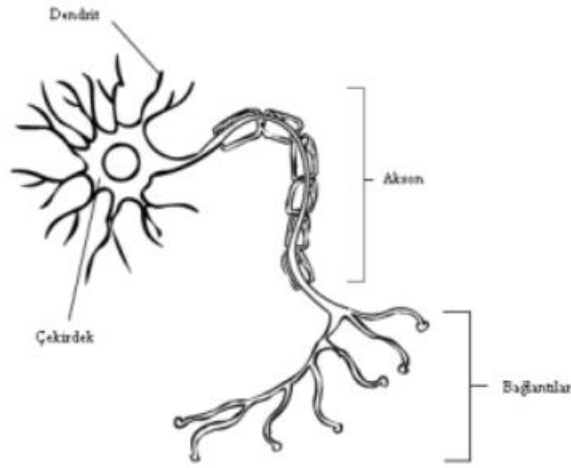
Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi, girdi verileri $x_1, x_2, x_3, \dots, x_i$ şeklinde gösterilmiştir. Bu girdi verilerinin her biri $w_{1j}, w_{2j}, w_{3j}, \dots, w_{nj}$ ile gösterilen ağırlık değerleri ile çarpılır. Daha sonra elde edilen sonuca Tahmin önyargı denilen yani eşik değeri eklenir. Elde edilen verilerden sonucun alınabilmesi için ise, aktivasyon fonksiyonu uygulanıp, o_j çıktı değeri elde edilir. Yapay sinir ağlarının yapısı ise bu sisteme dayanmaktadır. Yapay sinir ağlarında elde edilen çıktı değerimizin doğruluğu ise ağırlık değerlerinin uygun dağılımda ve güncel olmasına bağlıdır.

4.3.1. Sinir Sistemi ve Biyolojik Nöronlar

Yapay sinir ağları oluşturulurken, insan beyninin yapısında, özellikle nörolojik kısımdan esinlenilmiştir. Yapay sinir ağları biyolojik ağların çalışmasını simüle etmeye çalışsada biyolojik ağların karmaşıklığı nedeni ile yapılan çalışmalar bu hedefin çok uzağındadır.

İnsan beyinde bulunan hücrelere nöron denilmektedir. Biyolojik sinir sisteminde bulunan nöronlar 4 kısımdan meydana gelmektedir(Şekil 4.4). Bunlar;

- Dentrit,
- Akson,
- Çekirdek,
- Bağlantılar.



Şekil 4.4. Biyolojik Sinir Sistemi (URL12)

Biyolojik sinir hücrelerinin uçlarında dentritler bulunmaktadır. Bunlar duyu organlarından veya bağlantılı oldukları diğer sinir hücrelerinden gelen sinyalleri kendi sinir hücrelerine iletmektedirler. Dentrit tarafından alınan sinyaller çekirdeğe soma olarak tanımlanan yapı ile iletilmektedirler. Soma ayrıca çekirdek tarafından algılanmış bilgileri toplayarak aksonlara iletmektedir. Aksonlar ise, çekirdekten gelen toplanmış verileri diğer sinir hücrelerine aktarmakla görevlidir. Toplanarak aksonlara iletilmiş olan bu sinyaller işlenerek nöronun ucundaki bağlantılara iletilmektedirler.

4.3.2. Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme

Yapay sinir ağlarında öğrenme işleminde giriş verileri dış dünyadan ve başka bir yöntem ile sisteme gönderilir. Gönderilen veri işlenir ve işlenen veriler aktivasyon fonksiyonuna ulaştıktan sonra sistemin çıktı değeri üretilir. Sistemin çıkış değeri ile beklenen değer arasındaki fark belirlenerek hata değeri bulunur. Farklı öğrenme yöntemleri ile hata azaltılmaya çalışılarak çıkış değeri belenen değere yaklaşılmaya çalışılır. Bu sistem içerisinde sürekli olarak güncellenen şey ise ağırlık değeridir. Ağırlıklar her iterasyonda güncellenerek belenen değere yaklaşılmaya sağlanır. Eğer çıkış değeri ile beklenen değer arasında fark olmaz, hedefe ulaşılmış ise ağırlık değeri güncellenmez. Bu ağırlık değeri sistemin ağırlık değeri olarak kabul edilir. Ağırlık değerinin sürekli güncellenip istenilen değere ulaşılmasına kadar geçen zamana öğrenme denir.

Yapay sinir ağı sistemi öğrendikten sonra ağı daha önce hiç gönderilmemiş veriler gönderilerek ağı test edilir. Ağı daha önce karşılaşmadığı bu veriler karşısında iyi sonuç veriyorsa bu ağı problemi öğrenmiş demektir. Öğrenme işlemi 3 gruba ayrılır;

- Danışmanlı öğrenme,
- Danışmansız öğrenme,
- Takviyeli öğrenme

Danışmanlı öğrenme, öğrenilmesi istenen verilerin girdi değerlerinin yanın çıktı değerlerinin de önceden tanımlandığı ve bu verilerin modeli eğitmek için kullanıldığı yöntemdir. Başka bir deyişle, bu yöntem, verilen girdilere göre istenen çıktıları üreten bir fonksiyon oluşturmak için kullanılır (Leblebici, O., 2013).

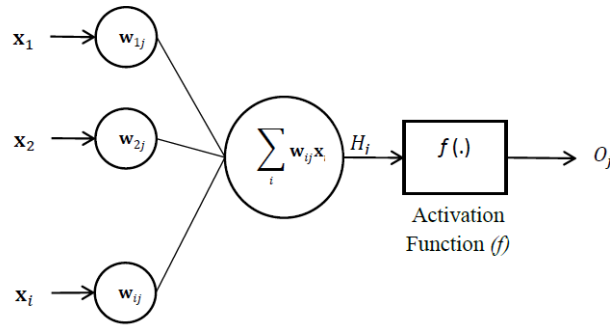
Danışmansız öğrenme, eğitilmesi gereken verilerden sadece girdi veriler var ve çıktı verileri yoksa ise bu durumda sisteme bu girdiler sunuluyorsa buna danışmansız öğrenme denir.

Takviyeli öğrenme, bu tip öğrenmede yine öğretici bulunmaktadır. Fakat danışmanlı öğrenme gibi sisteme çok fazla detay verilmemektedir. Bunun yerine, her iterasyon sonucunda ağı elde ettiği değerin iyi veya kötü olduğu konusunda ağı bilgi verilir. Verilen bilgilere göre ağı kendini öğrenerek tekrar düzenler (Yılmaz A., 2017)

4.3.3. Yapay Sinir Ağları Modelleri ve Yapıları

Yapay sinir ağlarında, hücre elemanları ile bu elemanların bağlantıları değişik şekillerde birbirine bağlanmaktadır. Yalnızca girdi ve çıktı katmanına sahip olan ağlar doğrusal olmayan, karmaşık problemlerin çözülmesi için kabiliyete sahip değildir. Daha karmaşık ve doğrusal olmayan problemlerin çözülmesi için ara katmanlar bulunması gerekmektedir.

Sadece girdi ve çıktı katmanı bulunan ağlar tek katmanlı ağlar olarak tanımlanmaktadır (Şekil 4.5). Bu ağı yapısında, girdi olarak gönderilen veriler ağırlık değerlerine göre çarpılır ve çarpılan bu değerler toplama fonksiyonunda toplanır. Bu değer eşik değeri ile karşılaştırılır.



Şekil 4.5. Tek Katmanlı Algılayıcı Mimarisi (Hameed, A., 2016)

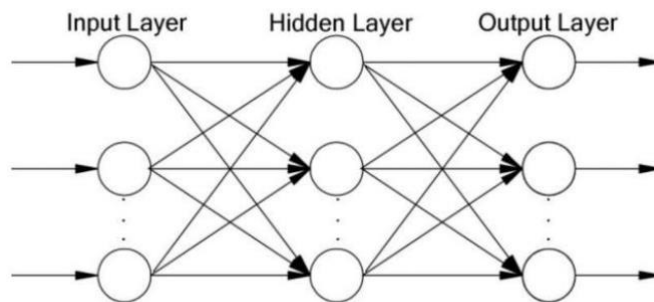
Basit ve doğrusal olmayan problemlerin çözümleri için tek katmanlı algılayıcılar kullanılmamaktadır. Günlük hayatta ise çoğu problemler doğrusal değildir. Doğrusal olmayan problemleri çözebilmek amacı ile çok katmanlı algılayıcılar geliştirilmiştir. Çok katmanlı algılayıcılar 3 ana bölümden oluşmaktadır (Şekil 4.6). Bunlar;

- Girdi katmanı,
- Ara Katman,
- Çıkış Katmanı

Girdi katmanı, algılayıcıya dış dünyadan iletilen verileri herhangi bir işlem olmaksızın ara (gizli) katmana yönlendirir. Bir veya birden fazla giriş katmanına/larına gelen veri, hiçbir işlem yapılmaksızın ara katmana iletilmektedir.

Ara katman, giriş katmanının gelen veriyi işledikten sonra bir sonraki katmana yönlendirir. Gönderilen veri bir ara katmana olabileceği gibi çıkış katmanına da gönderilebilir.

Çıkış katmanı, kendinden önce ara katmandan gelen bilgiyi işlemektedir. Ağa sunulan girdi verilerine karşılık çıktı verileri üretmek dış dünyaya sistemin sonucunu göndermektedir.



Şekil 4.6. Çok Katmanlı Algılayıcı Mimarisi (Kaymak, S., 2019)

Gönderilen veriler işleme durumlarına göre ise,

- İleri Beslemeli Ağlar,
- Geri Beslemeli Ağlar,

olmak üzere 2'ye ayrılır.

İleri beslemeli ağlarda, girdi katmanında gelen veriler çıktı katmanına doğru herhangi bir döngü olmaksızın giderler. Tek yönlü verilerin işlendiği bu ağa ileri beslemeli ağlar denilir (Khan, U., 2018).

Geri beslemeli ağlar, çıkış ve ara katmandaki çıkışların, bir önceki katmanlara geri beslediği ağ yapısıdır (Onaran, B., 2010). Hafızada çıkışa ait hem o andaki hem de önceki değerleri tutmasından ötürü bu tip ağların dinamik hafızaları bulunmaktadır. Geri beslemeli ağlar, bu özelliğinden ötürü önceden tahmin uygulamaları için uygundur (Yılmaz A., 2017).

4.4. Matlab İle Yapay Sinir Ağları Uygulaması

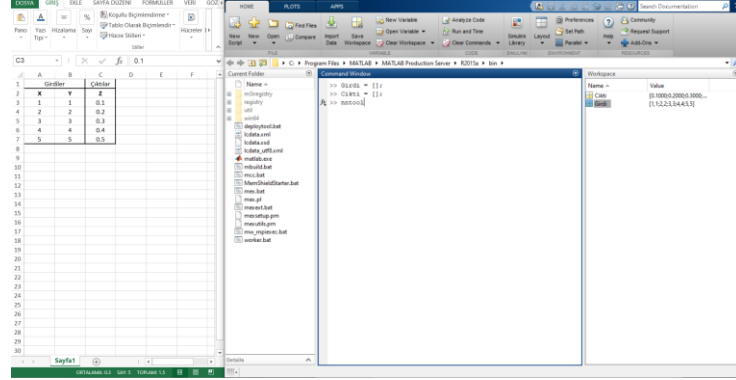
MATLAB'ta yapay sinir ağları 2 şekilde yapılabilmektedir. Bunlar;

- Araç kutuları kullanılarak,
- Kod kullanılarak.

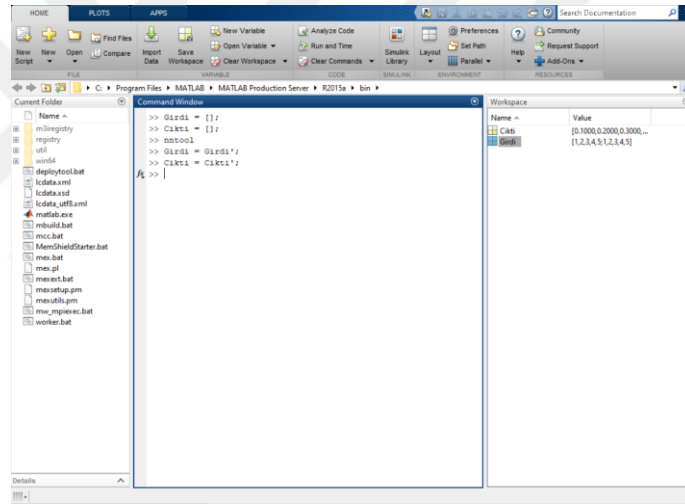
MATLAB'ta araç kutuları ile yapay sinir ağları yapılabilmesi için öncelikle problemin tanıtılması gerekmektedir. Fakat problemin tanıtılması işleminin yapılmadan önce, gönderilecek olan verilerin birbirleri ile olan ilişkileri yakın olması gerekmektedir. Eğer girdi verilerimizle çıktı verilerimiz birbirleri ile uyumlu olmazsa yüksek olan değerlere sahip verilerimiz düşük değerli verilerimize göre daha fazla etkiye sahip olacaktır. Bu etki eşit bir şekilde etkilenmesi gerekiyorsa bunların normalize edilmesi gerekmektedir.

Normalize işlemi yapıldıktan sonra, problemin tanıtılması işlemi MATLAB'ta matris işlemleri ile yapılmaktadır (Şekil 4.7). Fakat girdi verileri belirlenirken satır ve sütun durumlarına dikkat edilmesi gerekmektedir. Çünkü uygulamada her bir satırı bir girdi elemanı olarak algılamaktadır. Yani, Şekil 4.7'deki gibi X ve Y girdilerinin

belirlenebilmesi için (2 parametrelili) girdi olarak belirlediğimiz matrisimizin transpozunun alınması gerekmektedir (Şekil 4.8). Eğer alınmazsa 5 girdi elemanı olarak algılayacaktır.

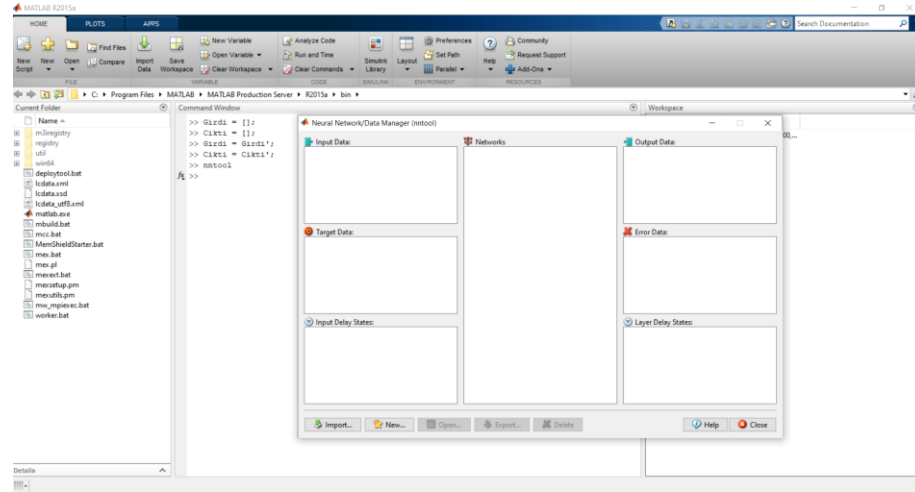


Şekil 4.7. MATLAB'ta girdi verilerinin belirlenmesi

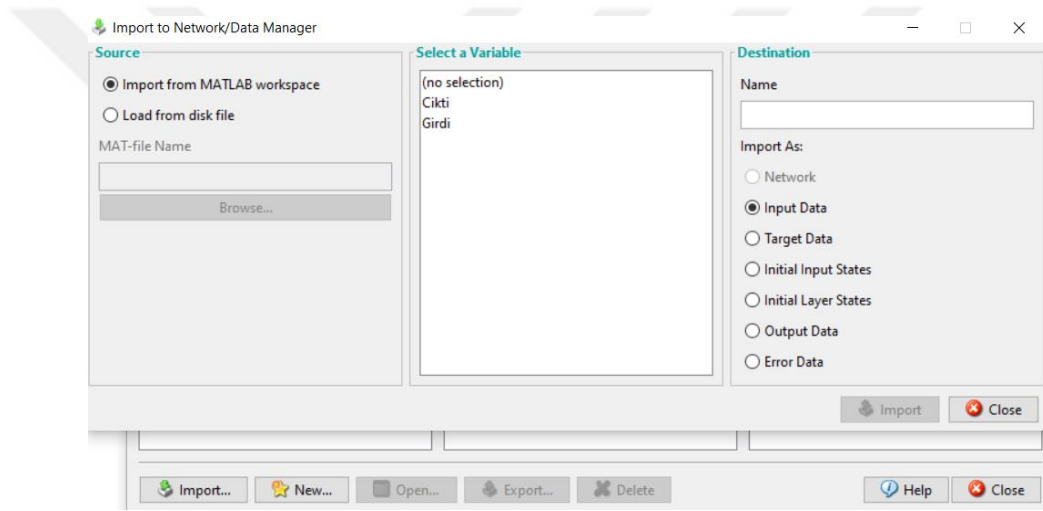


Şekil 4.8. MATLAB'ta girdi verilerinin transpozunun alınması

MATLAB'ta girdi ve çıktı verilerinin tanıtılması işlemi yapıldıktan sonra Neural Network toolbox'ının çalıştırılması gerekmektedir. Bu çalıştırma işlemi için Command Window'un içerisine nntool kodunun yazılması gerekmektedir. Gelen pencerede (Şekil 4.9) tanıttığımız girdi ve çıktıları import etmemiz gerekmektedir. Bunun için gelen penceredeki import butonuna tıklanmalıdır. Gelen pencereye girdi verilerimizi input data, çıktı verilerimiz ise target data olarak belirtilip, MATLAB programımıza girdi ve çıktı olarak aktarılması gerekmektedir (Şekil 4.10)).

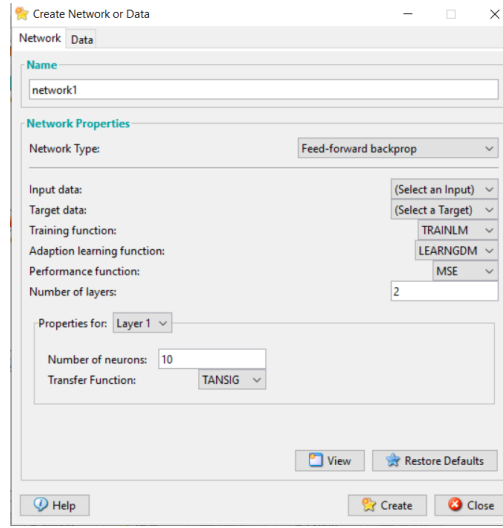


Şekil 4.9. nntool Metodunun Çalıştırılması ve Penceresi

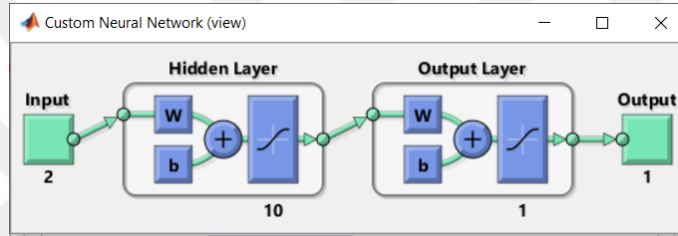


Şekil 4.10. İmport Penceresi

MATLAB’da network’ün çalıştırılabilmesi için nöron sayılarının, ağ besleme çeşidinin, aktivasyon fonksiyonlarının, katman sayılarının ..vb. belirtilmesi gerekmektedir. İş dosyasının açılabilmesi için ise New butonuna tıklanmaktadır. Gelen pencerede (Şekil 4.11) ilk olarak Name kısmına iş dosyasının ismi girilmektedir. Network Properties kısmında ise Network Type bölümünde ağ besleme çeşitleri yer almaktadır. Buradan istenilen ağ besleme çeşidi seçilmektedir. Diğer kısımlarda ise Girdi verileri, Çıktı verileri, Transfer Fonksiyonu ..vb. eklenmektedir. Son kısımda ise Number of Neurons bölümüne nöron sayısı yazılmaktadır. Bu pencere View butonuna tıklanıldığında ise gelen pencerede Input veri sayımız, nöron sayımız ve çıktı sayımız grafiksel olarak gösterilmektedir (Şekil 4.12).

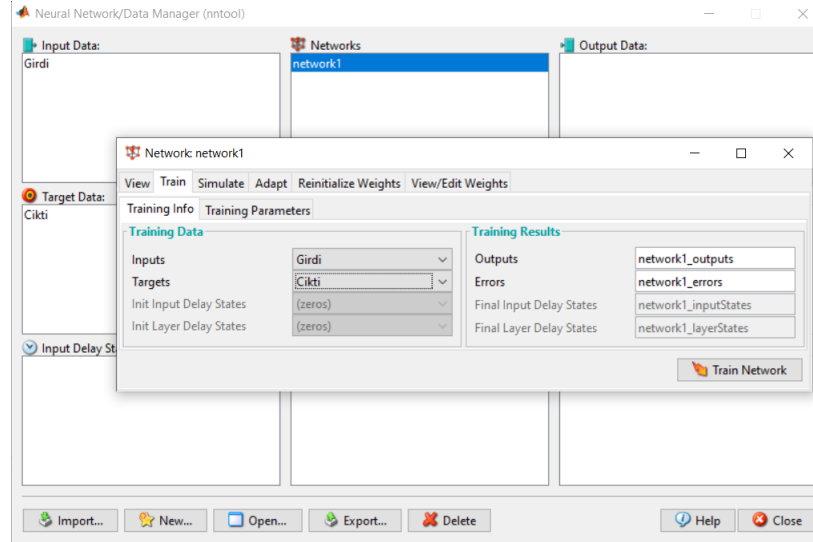


Şekil 4.11. İmport Penceresi



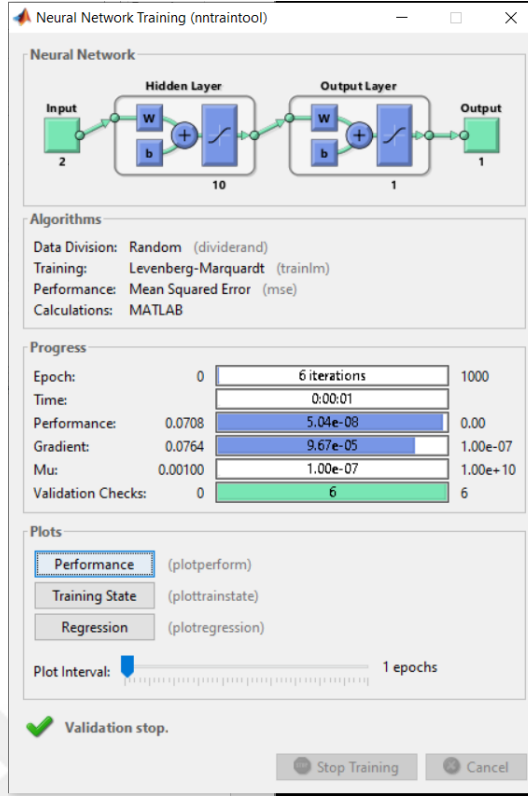
Şekil 4.12. Custom Neural Network Penceresi

Girdi ve çıktı verilerinin eklenip iş dosyasının açılması işlemi yapıldıktan sonra ağın çalıştırılması gerekmektedir. Bu işlemin yapılabilmesi için Network pencesinde açılan iş dosyasına (network1) çift tıklanmalıdır. Gelen pencerede Train sekmesine gelinip girdi ve çıktı dosyaları seçilmelidir. Elde edilecek sonuçları Output kısmında belirtmiş olduğumuz dosya ismine aktarılacaktır. Train Network butonuna tıklandıktan sonra ağımız çalışmaktadır (Şekil 4.13).

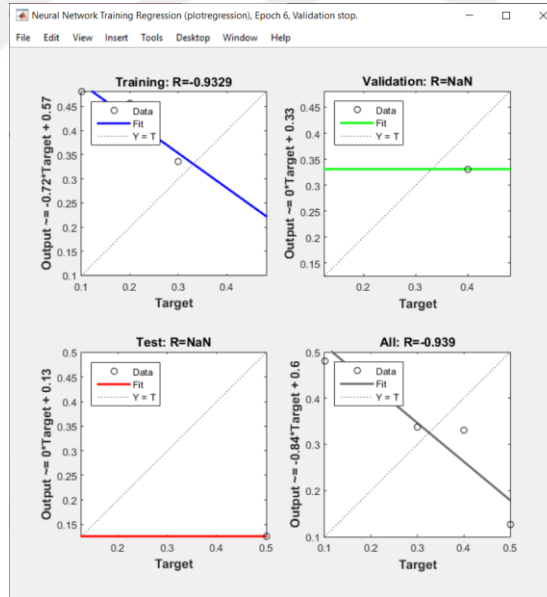


Şekil 4.13. Ağ çalıştırma Penceresi

Ağ çalıştırma işlemi bittikten sonra elde edilen sonuçların yorumlanması gerekmektedir. Elde edilen sonuçların yorumlanması için gelen pencerede ağın kaç iterasyonda bittiği, ne kadar sürede bittiği ...vb. gibi bilgiler bulunmaktadır (Şekil 4.14). Ağın Regresyon kısmında ise ağda kullanılan verilerden test için ayrılan verilerin normal olması gereken ($Y=T$) çizgiyle, şuan elde ettiğimiz sonuç (fit) arasındaki ilişki durumu gösterilmektedir (Şekil 4.15). Elde edilen R değeri ise sonuçların ne kadar gerçek değer yakın olduğu hakkında bilgi vermektedir.

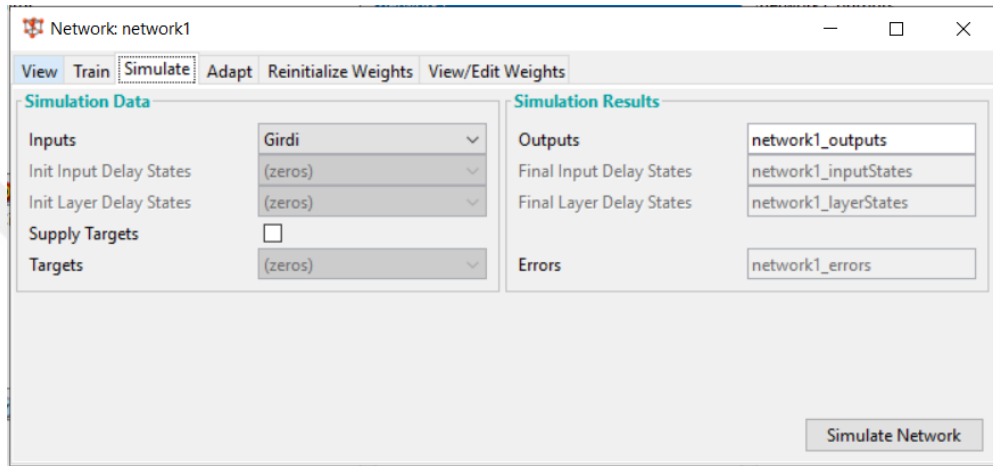


Şekil 4.14. Ağ İncelenmesi



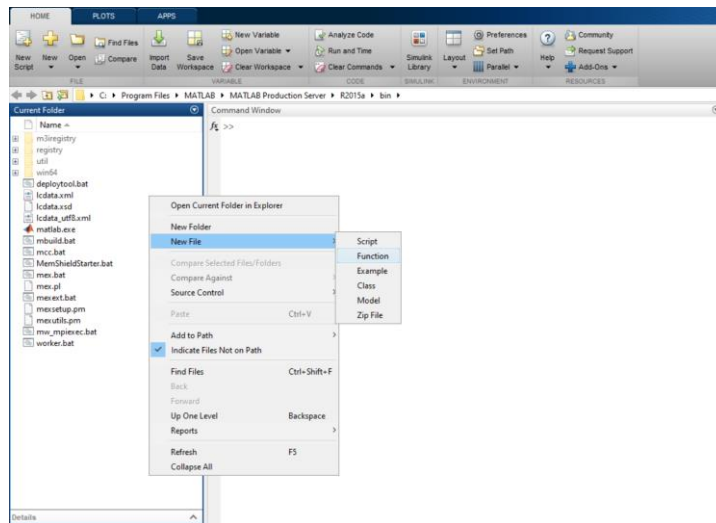
Şekil 4.15. Regresyon grafikleri

Ağ öğrenme, öğrenilen testi yorumlama ve kayıt işlemleri yapıldıktan sonra ağ elde ettiğimiz başka veriler ile geleceğe yönelik, ağın daha önce biz tarafında tanıtılmadığı bir veri ile nasıl bir sonuç elde edeceğinin değerlendirilmesi ve yorumlanması işlemi yapılabilmesi için yine 4.13'deki penceren Simulate sekmesine gelinmektedir. Bura daha önce sisteme tanıtılmamış bir veri seti import edilip ağın girdi olarak seçildikten sonra ağ için elde edilen sonuçlar değerlendirilebilmektedir (Şekil 4.16).



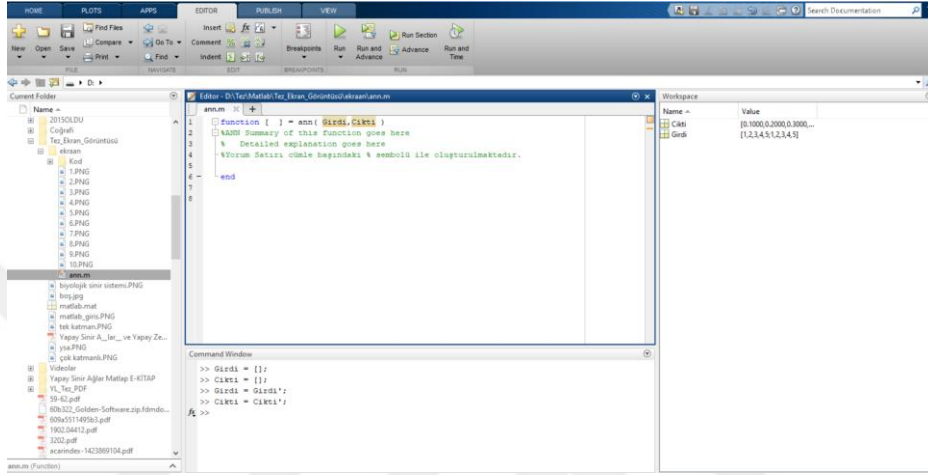
Şekil 4.16. Ağın test edilmesi

MATLAB ile yapay sinir ağlarının uygulanması işlemi için yapılacak ikinci yol ise kod yazılarak ağın oluşturulup, çalıştırılmasıdır. Kod ile yapay sinir ağlarının oluşturulması için öncelikle bir fonksiyon oluşturulması gerekmektedir (4.17).



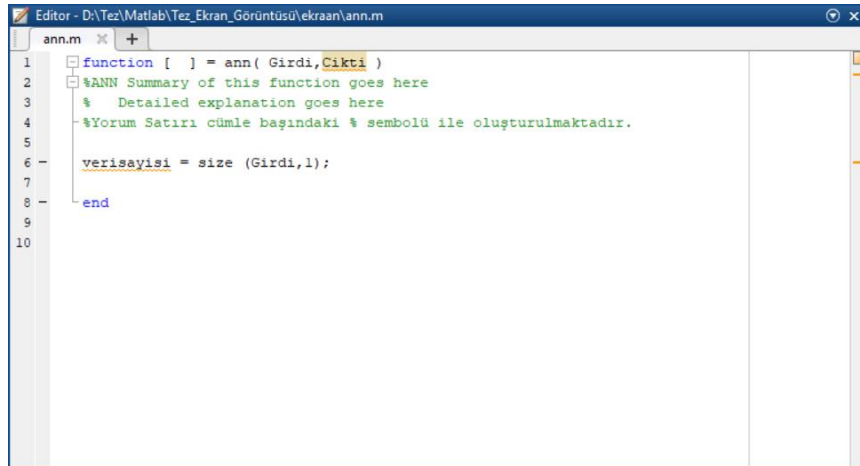
Şekil 4.16. Fonksiyon Oluşturulması

Fonksiyon oluşturulması için öncelikle satır ilk cümlesi function operatörü ile başlamaktadır. Oluşturulan fonksiyon bloğunun bitimi ise end operatörü ile yapılmaktadır. Function operatöründen sonra köşeli parantez açılıp çıktı almak istediğimiz değişken yazılır. Ardından oluşturacağımız fonksiyonun ismi yazılmaktadır. Fonksiyon isminin içerisine ise parantez sembolü konulup fonksiyona girdi ve çıktı olarak sunacağımız verilerin isimleri yazılmaktadır (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Fonksiyon verilerinin tanıtılması

Fonksiyonumuza girdi ve çıktı verilerini tanıtmaya işlemi yapıldı, fakat girdi ve çıktı verilerimizin sayıları dinamik değişebilmektedir. Bu değişim işleminin gerçekleştirileceği düşünülerek bu verinin boyutunun belirlenmesi gerekmektedir (Şekil 4.18). Belirlenecek dosya boyutu için kullanılan size operatörünün ilk parametresi veri dosyasının ismini, ikinci parametre ise satır mı yoksa sütun sayısı mı olacağını belirtmektedir (1 = satır sayısı, 2 = sütun sayısı).



Şekil 4.18. Veri boyutunun belirlenmesi

Fonksiyonumuzda belirtmemiz gereken bir diğer bilgi ise ağıımızda bulunan verilerin kaçının test (train), kaçının doğrulama (validation) için ayrılacağıdır. Fakat bu değerimizde her ağ için değişmektedir. Bunu için bir değişken atanmalı, atanılan değişken ise daha önceden belirtilen dosya boyutu ile çarpılarak elde edilen veri setimiz için ayırdığımız veri sayısı elde edilecektir (Şekil 4.19). Fakat eğitim için verilecek olan yüzde ise 0 ile 1 arasında verilmelidir. Örneğin 0.60 olarak belirtilen değer, girdi verilerimiz içerisinde %60 (yüzde 60)'ının eğitim için ayrılacağı anlamındadır. Gönderilen veri sayısını tek bir değer (1,3,5..vb.) olması durumunda ise elde edilecek sonuç ondalıklı olacaktır. Bu durumda bu değerlerin round operatörü yardımıyla en yakın ondalığa dönüştürülmesi gerekmektedir(Şekil 4.20).

```

1 function [ ] = ann( Girdi,Cikti,Egitim )
2 %ANN Summary of this function goes here
3 % Detailed explanation goes here
4 %Yorum Satırı cümle başındaki % sembolü ile oluşturulmaktadır.
5
6 verisayisi = size (Girdi,1);
7 %Eğitim için elde edilecek veri sayısı;
8 Egitimsayisi = verisayisi * Egitim;
9
10 end
11
12

```

Şekil 4.19. Eğitim için ayrılan veri sayısı

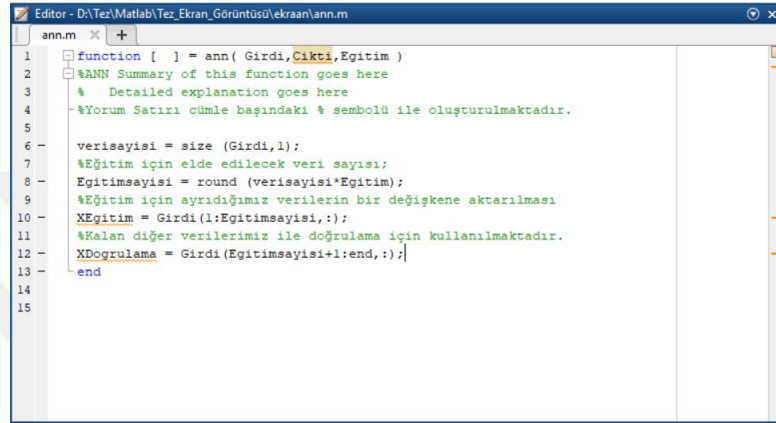
```

1 function [ ] = ann( Girdi,Cikti,Egitim )
2 %ANN Summary of this function goes here
3 % Detailed explanation goes here
4 %Yorum Satırı cümle başındaki % sembolü ile oluşturulmaktadır.
5
6 verisayisi = size (Girdi,1);
7 %Eğitim için elde edilecek veri sayısı;
8 Egitimsayisi = round (verisayisi * Egitim);
9
10 end
11
12

```

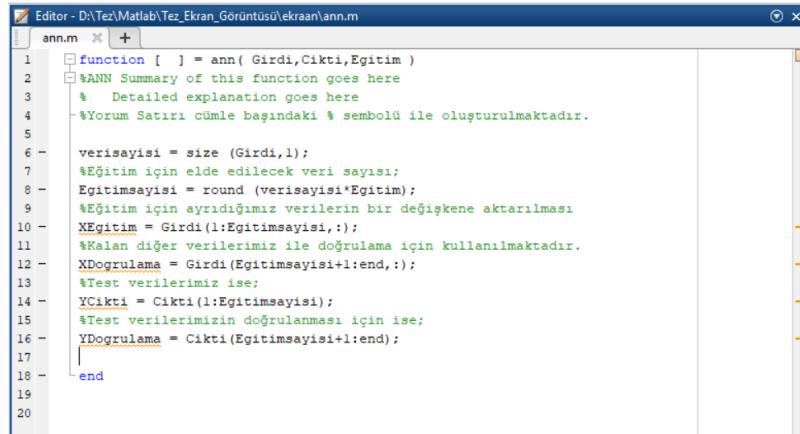
Şekil 4.20. Round operatörü

Ağımızda eğitim ve doğrulama için elde ettiğimiz veri sayılarımız kadar verileri bir değişkene aktarılması gerekmektedir. Bu aktarım işlemini ise fonksiyonun başında belirttiğimiz değişken sayesinde yapılmaktadır. Bu değişkenimize sırasıyla, 1'den başlayıp, Eğitim sayısı kadar satırı ve bütün sütunları (girdi verimizde 1'den fazla sütun olduğu için sütun sayımızı belirtmeliyiz) aktarılmalıdır. Doğrulama için ise Eğitim için ayırdığımız veri sayımızın bir fazlasından başlayıp, son satıra kadar ve bütün sütunlar olacak şekilde aktarılmaktadır (Şekil 4.21).



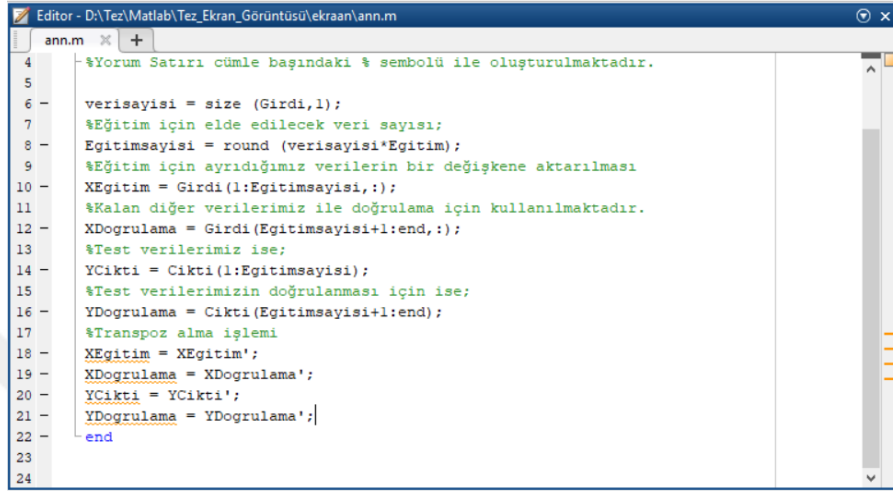
Şekil 4.21. Eğitim ve doğrulama verilerinin bir değişkende aktarılması

Ağımızın eğitilmesi için ayırdığımız verilerimiz dışında birde bu ağımızın gerçek sonucu ve bunun doğrulanması durumu için ise veri setimizi bir değişkene atanmalı ve kullanılmalıdır. Bunun için ise fonksiyonumuzda daha önceden çıktı olarak atadığımız veri seti içerisinde 1'den başlayıp eğitim sayısı kadar satırı test için, eğitim sayımızın 1 fazlasından başlayıp son satıra kadar ise doğrulama için bir değişkene atanması gerekmektedir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Çıktı ve doğrulama verilerinin bir değişkende aktarılması

MATLAB’da ağ verilerinin belirlenmesinden sonra bunları kaç girdi ve çıktı elamanına sahip olduğun anlayabilmesi satırlar sayesinde olmaktadır. Fakat bizim excelde bunlar sütunlar halinde yer almaktadır. Bunun MATLAB’da düzeltilmesi işlemi için girdi ve çıktı olarak belirttiğimiz veri setlerimizin transpozunu almamız gerekmektedir (Şekil 4.23).

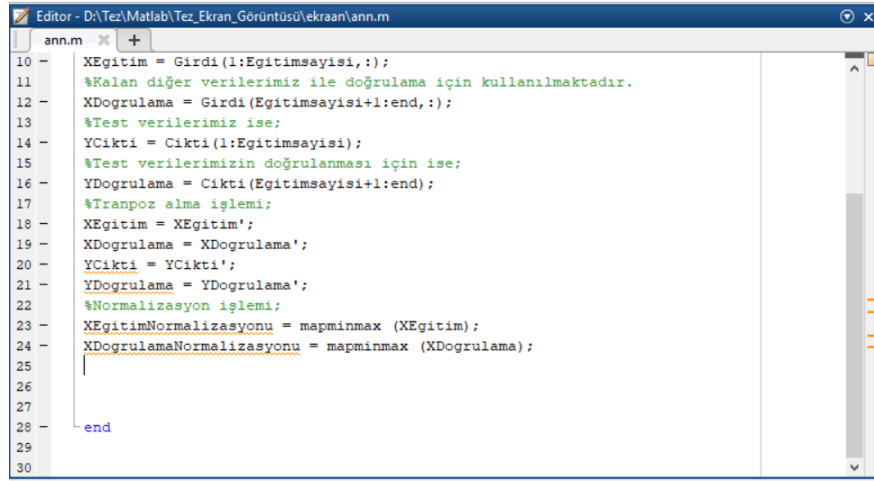


Şekil 4.23. MATLAB’da transpoz alma işlemi

Ağımızda, girdi olarak değişik boyutlarda girdi verileri aktarabilmekteyiz. Yani bir girdi verimiz 1,2,3..vb. gibi küçük boyutlar da olabildiği gibi başka bir girdi verimiz binler veya milyonlar şeklinde verilebilmektedir. Bu şekil verilen girdi verileri arasında yüksek boyuttaki girdi verimiz düşük boyuttaki girdi verimize göre çok daha az etkiye sahip olacaktır. Bu bakımda küçük boyuttaki girdi verilerimizin ağımızın eğitimi için neredeyse hiçbir etkisi olmayacaktır. Bu durumu engellemek için ise ağımıza sunduğumuz girdi verilerimizi -1 ile 1 arasında değişken değerlere sahip veriler olarak aktarmalı ve etki değerlerini aynı yapmalıyız. Bunu yapılabilmesi için ise verilerimizin normalize edilmesi gerekmektedir. MATLAB’da bu normalize işlemi mapminmax operatörü sayesinde otomatik olarak yapılabilir (Şekil 4.24).

Normalize ettiğimiz girdi verilerimiz farklı özelliklere sahiptir. Farklı özelliklere sahip bu girdi verilerimizin ağda kullanılarak 0 ila 1 değerlerine sahip bir çıktı verisi elde etmektedir. Fakat bizim çıktı verilerimiz girdi verilerimizden farklı özelliklere sahiptir. Bu yüzden 0 ile 1 arasındaki bu normalize değerlerin nasıl normalize edildiği

bilinmesi gerekmektedir. Bu işlem için ise MATLAB'da `ps` operatörü kullanılarak görülebilmektedir(Şekil 4.25).

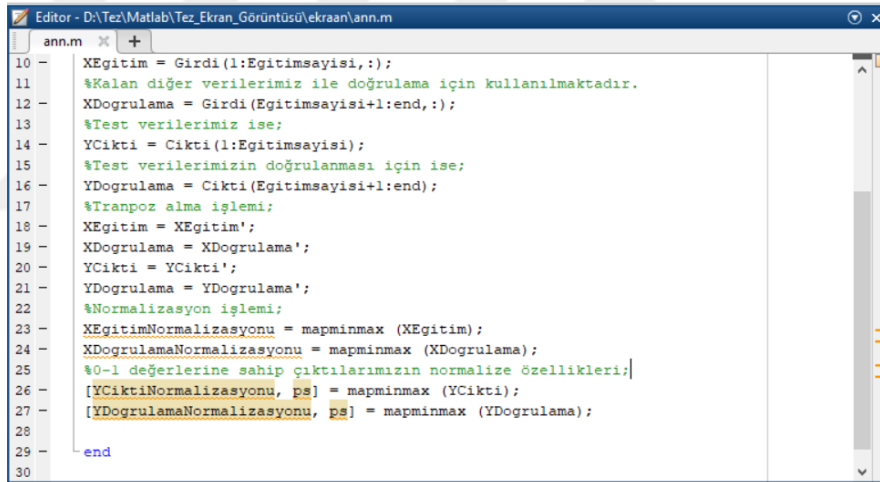


```

10 - XEgitim = Girdi(1:Egitimsayisi,:);
11 - %Kalan diğer verilerimiz ile doğrulama için kullanılmaktadır.
12 - XDogrulama = Girdi(Egitimsayisi+1:end,:);
13 - %Test verilerimiz ise;
14 - YCikti = Cikti(1:Egitimsayisi);
15 - %Test verilerimizin doğrulanması için ise;
16 - YDogrulama = Cikti(Egitimsayisi+1:end);
17 - %Tranpoz alma işlemi;
18 - XEgitim = XEgitim';
19 - XDogrulama = XDogrulama';
20 - YCikti = YCikti';
21 - YDogrulama = YDogrulama';
22 - %Normalizasyon işlemi;
23 - XEgitimNormalizasyonu = mapminmax (XEgitim);
24 - XDogrulamaNormalizasyonu = mapminmax (XDogrulama);
25 -
26 -
27 -
28 - end
29 -
30 -

```

Şekil 4.24. Normalizasyon işlemi



```

10 - XEgitim = Girdi(1:Egitimsayisi,:);
11 - %Kalan diğer verilerimiz ile doğrulama için kullanılmaktadır.
12 - XDogrulama = Girdi(Egitimsayisi+1:end,:);
13 - %Test verilerimiz ise;
14 - YCikti = Cikti(1:Egitimsayisi);
15 - %Test verilerimizin doğrulanması için ise;
16 - YDogrulama = Cikti(Egitimsayisi+1:end);
17 - %Tranpoz alma işlemi;
18 - XEgitim = XEgitim';
19 - XDogrulama = XDogrulama';
20 - YCikti = YCikti';
21 - YDogrulama = YDogrulama';
22 - %Normalizasyon işlemi;
23 - XEgitimNormalizasyonu = mapminmax (XEgitim);
24 - XDogrulamaNormalizasyonu = mapminmax (XDogrulama);
25 - %0-1 değerlerine sahip çıktılarımızın normalize özellikleri;
26 - [YCiktiNormalizasyonu, ps] = mapminmax (YCikti);
27 - [YDogrulamaNormalizasyonu, ps] = mapminmax (YDogrulama);
28 -
29 - end
30 -

```

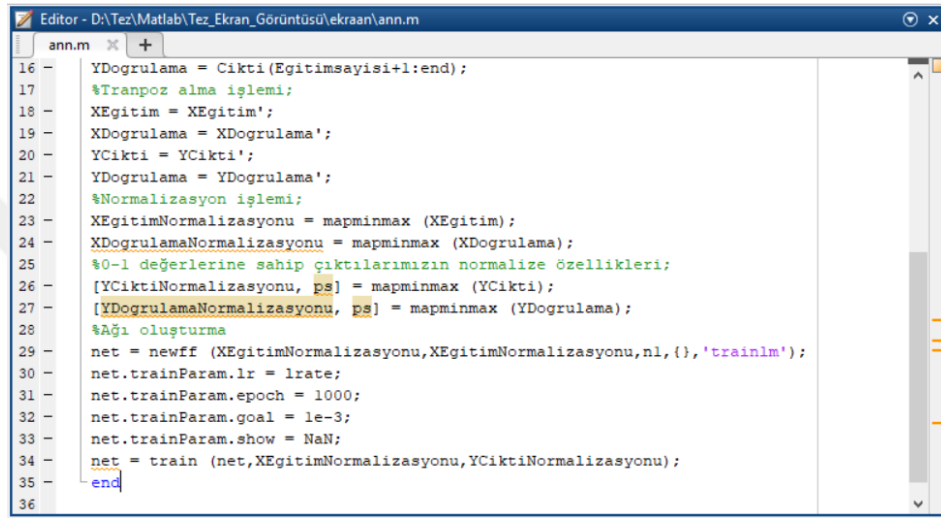
Şekil 4.25. Normalizasyon özelliklerinin görülebilmesi

Ağımız ile ilgili girdi ve çıktı verileri ayarlandıktan sonra artık ağımızın nasıl bir yapıya sahip olacağı ile ilgili bilgileri eklememiz gerekmektedir. Ağının öncelikle hangi yapıda olacağı ile ilgili bir seçim yapılması gerekmektedir. Örneğin ağımız geri beslemeli bir ağ olacak ise (ki tahmin yapma uygulamalarında genellikle bu ağ yapısı kullanılır) `newff` komutu kullanılmalıdır. Bu komutun içerisine sırası ile;

- Girdi verilerimiz,
- Çıktı verilerimiz,
- Ara katmandaki nöron sayımız,

- Transfer fonksiyonumuz,
- Eğitim algoritması için kullanılacak yapı.

belirtilmelidir. Bu bilgiler eklendikten sonra ise ağımızın kaç tekrarlama yapacağı (trainParam.epoch), ne kadar yakınsamadan sonra duracağı (trainParam.goal) ve sonuçları ne zaman göstereceği (trainParam.show) ile ilgili bilgiler belirtilmelidir. Belirtilen bilgiler doğrultusunda eğitilmiş ağ ise bir değişkene atanmalıdır (Şekil 4.26).



```

16 - YDogrulama = Cikti(Egitimsayisi+1:end);
17 - %Tranpoz alma işlemi;
18 - XEgitim = XEgitim';
19 - XDogrulama = XDogrulama';
20 - YCikti = YCikti';
21 - YDogrulama = YDogrulama';
22 - %Normalizasyon işlemi;
23 - XEgitimNormalizasyonu = mapminmax (XEgitim);
24 - XDogrulamaNormalizasyonu = mapminmax (XDogrulama);
25 - %0-1 değerlerine sahip çıktılarımızın normalize özellikleri;
26 - [YCiktiNormalizasyonu, ps] = mapminmax (YCikti);
27 - [YDogrulamaNormalizasyonu, ps] = mapminmax (YDogrulama);
28 - %Ağı oluşturma
29 - net = newff (XEgitimNormalizasyonu,XEgitimNormalizasyonu,nl,{'trainlm'});
30 - net.trainParam.lr = lr;
31 - net.trainParam.epoch = 1000;
32 - net.trainParam.goal = 1e-3;
33 - net.trainParam.show = NaN;
34 - net = train (net,XEgitimNormalizasyonu,YCiktiNormalizasyonu);
35 - end
36

```

Şekil 4.26. Ağ yapısı oluşturma

Oluşturulan ağ yapısı ve normalize edilmiş girdi verileri ile ağımızı çalıştırmalı ve bir sonuç elde etmeliyiz. Fakat elde ettiğimiz sonuç 0-1 arasında bir değere sahip olduğu için bu sonucu bizim istediğimiz gelecek sonuç cinsinde elde etmemiz gerekmektedir. Normalize edilmiş bu ağın denormalizasyon işlemi için ise yine mapminmax komutu kullanılmaktadır. Bu komut kullanılırken 3 parametre tanıtılmalıdır. Bunlar;

- Denormalize komutu (reverse),
 - Elde edilen sonuç çıktısı,
 - Normalize işleminin nasıl yapıldığının hatırlatılması (ps),
- değerleri kullanılmaktadır(Şekil 4.27).

```

Editor - D:\Tez\Matlab\Tez_Ekran_Görüntüsü\ekraan\ann.m
ann.m
19 - XDogrulama = XDogrulama';
20 - YCikti = YCikti';
21 - YDogrulama = YDogrulama';
22 - %Normalizasyon işlemi;
23 - XEgitimNormalizasyonu = mapminmax (XEgitim);
24 - XDogrulamaNormalizasyonu = mapminmax (XDogrulama);
25 - %0-1 değerlerine sahip çıktılarımızın normalize özellikleri;
26 - [YCiktiNormalizasyonu, ps] = mapminmax (YCikti);
27 - [YDogrulamaNormalizasyonu, ps] = mapminmax (YDogrulama);
28 - %Ağı oluşturma
29 - net = newff (XEgitimNormalizasyonu,XEgitimNormalizasyonu,nl,{'trainlm'});
30 - net.trainParam.lr = lr;
31 - net.trainParam.epoch = 1000;
32 - net.trainParam.goal = 1e-3;
33 - net.trainParam.show = NaN;
34 - net = train (net,XEgitimNormalizasyonu,YCiktiNormalizasyonu);
35 - %Çıktı verilerinin denormalizasyon işlemi;
36 - ycikti = sim(net,XDogrulamaNormalizasyonu);
37 - ye = mapminmax('reverse',ycikti,ps);
38 -
39 - end

```

Şekil 4.27. Çıktı verilerinin elde edilmesi

Elde edilen sonuçların doğruluk ölçütleri için korelasyon değerimizin elde edilmesi gerekmektedir. Bunun için gerçekleşen toplam sapmamızı ve hatamızın sapma değerini elde etmemiz gerekmektedir (Şekil 4.28).

```

Editor - D:\Tez\Matlab\Tez_Ekran_Görüntüsü\ekraan\ann.m
ann.m
24 - XDogrulamaNormalizasyonu = mapminmax (XDogrulama);
25 - %0-1 değerlerine sahip çıktılarımızın normalize özellikleri;
26 - [YCiktiNormalizasyonu, ps] = mapminmax (YCikti);
27 - [YDogrulamaNormalizasyonu, ps] = mapminmax (YDogrulama);
28 - %Ağı oluşturma
29 - net = newff (XEgitimNormalizasyonu,XEgitimNormalizasyonu,nl,{'trainlm'});
30 - net.trainParam.lr = lr;
31 - net.trainParam.epoch = 1000;
32 - net.trainParam.goal = 1e-3;
33 - net.trainParam.show = NaN;
34 - net = train (net,XEgitimNormalizasyonu,YCiktiNormalizasyonu);
35 - %Çıktı verilerinin denormalizasyon işlemi;
36 - ycikti = sim(net,XDogrulamaNormalizasyonu);
37 - ye = mapminmax('reverse',ycikti,ps);
38 - %Gerçekleşen sapma toplamı ve Hatanın sapma toplamı;
39 - SStoplama = sum ((YDogrulama - mean(YDogrulama)).^2);
40 - SSerror = sum((ycikti-YDogrulama).^2);
41 - R2 = 1-SSerror/SStoplama;
42 - end
43 -
44 -

```

Şekil 4.28. Doğruluk ölçüt değerinin elde edilmesi

5. ANDROID STUDIO VE KOD BİLGİSİ

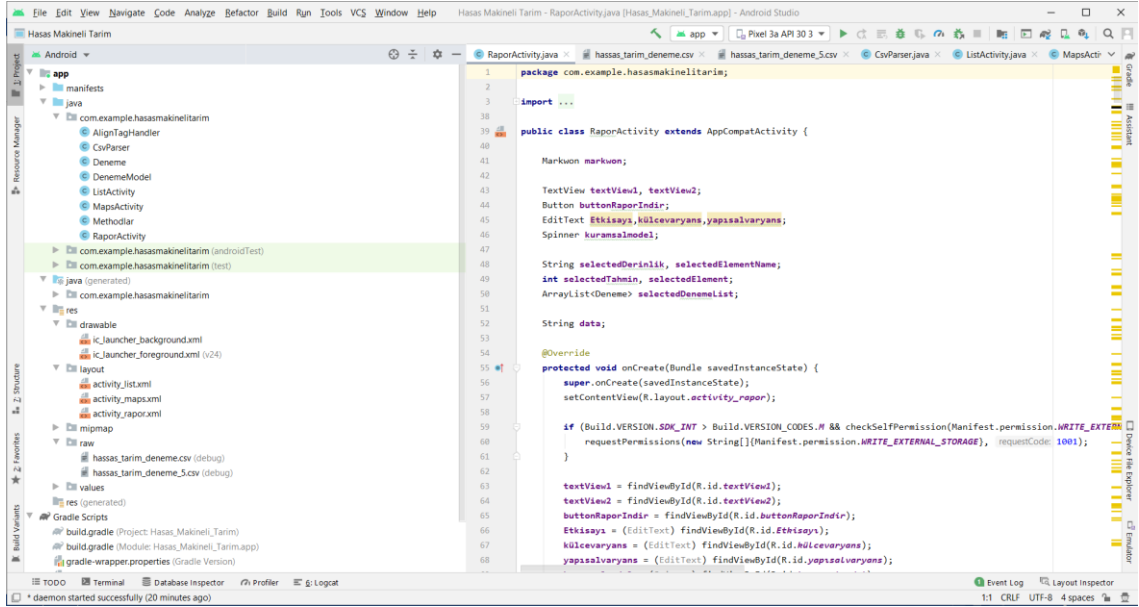
5.1. Tanım

Android studio, android işletim sistemi bulunan herhangi bir telefon, tablet ve taşınabilir cihazlar için kullanılan bir uygulama geliştirme platformudur. Bu platform henüz beta sürümünde olmasına rağmen hem kullanıcı sayısı gün geçtikçe artmakta hem de google tarafından desteklenmektedir. Google tarafından desteklenmesinin nedeni;

- Tüm cihazlara özel emülator çeşitleri,
- Google ve Github gibi kod kullanım platformlarının desteklenmesi,
- Java desteği,
- Google play store'a basit uygulama ekleme özelliği,
- Oluşturulan uygulamayı telefonda APK olarak test etme olanağı,
- Güvenli ve kolay bir şekilde APK imza desteğinin verilmesi olarak sıralanabilir.

Kendi içerisinde bulunan emülatör sayesinde hızlı bir şekilde test edebilir. Bu sayede zaman tasarrufu sağlanabilir. Türkçe kaynakların yanında Github gibi yabancı kaynaklardan da destek alınabilir.

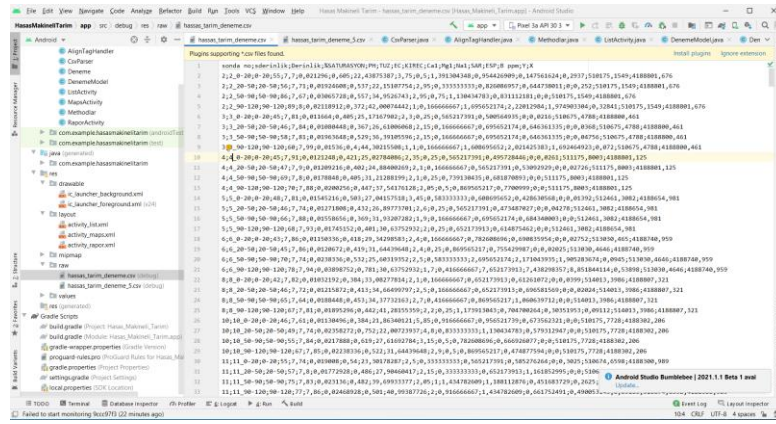
Android studio arayüzünde ise, öncelikle app dosyası içerisinde bir çok farklı uzantılı dosya bulunmaktadır (xml, java,..vs.). Bu dosyalar içerisinde bulunan main sınıfı içerisindeki .java dosyası android studioda java kodları yazılabilmeye olanak sağlayan bölümdür. Bu bölüm içerisinde Java ile ortak kodlar yazılabileceği gibi Android studionun kendine özgü kodlarında yazılabilmektedir. Main sınıfı içerisinde bulunan Layout bölümü ise uygulamada yapılacak tasarımları (dizayn) kapsamaktadır. Layout içerisinde oluşturulan .xml uzantılı dosyası sadece LinearLayout yapmamıza değil, yapılan LinearLayout'lara özellik vermemize de olanak sağlamaktadır. Bütün bu yapılan tasarım ve kodların çalışması için ise izin dosyalarının hangilerini kullanacağımızın yazıldığı bölüm ise AndroidManifest bölümüdür. Burada sadece hangi izinlerin kullanılacağını belirtmenin yanında kütüphanelerinde yazılabilmektedir. (Şekil 5.1)



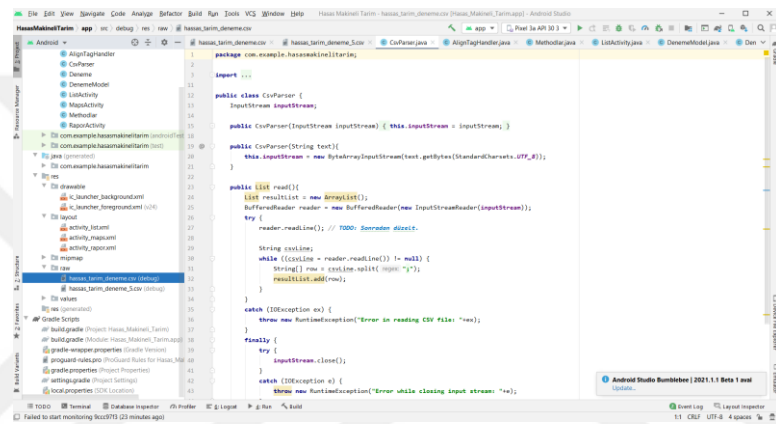
Şekil 5.1. Android Stüdyo Arayüzü

5.2. CSV Dosyasını Okuma

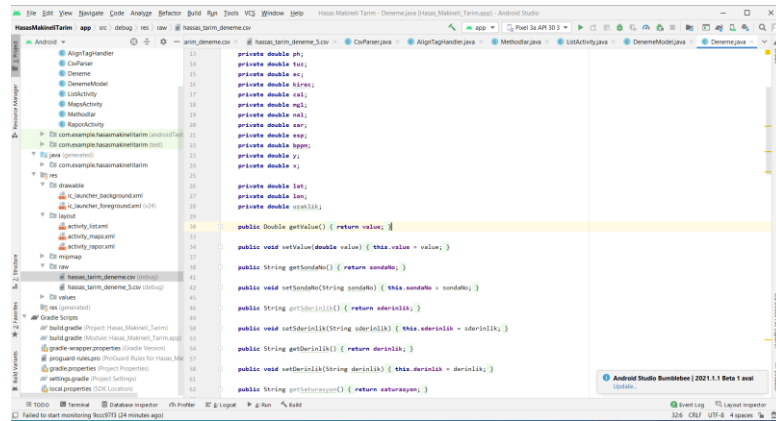
Android stüdyo ile .csv uzantılı dosyanın okunabilmesi için öncelikle program içerisinde özel olarak tanıtılmış “raw” dosyası içerisinde bir klasör oluşturulması gerekmektedir. Bu klasörün içerisine ise “.csv” uzantılı (virgül ile ayrılmış) dosyamızın içerisinde bulunan bilgiler aktarılmaktadır (Şekil 5.2). Program her bir veri diğer veriden ayırabilmesi için ise “String” ve “liste” olarak tanıtılmış olan verileri herhangi bir ayırabilecek operatör sayesinde parçalara bölmek (ayrıştırmak), bölünen bu parçaları ise değişken sınıflarına atanması gerekmektedir. Bu ayrıştırma işlemi Android stüdyoda “CsvParse” komutu ile yapılabilmektedir (Şekil 5.3). Ayrıştırılmış olan bu veriler ise eğer yazı türünde ise başka bir “.java” dosyasında okunabilmesi için “private String”, ayrıştırılmış veriler sayı türünde ise “private double” komutu içerisinde uygulanabilmektedir (Şekil 5.4).



Şekil 5.2. Raw klasörüne aktarılmış CSV uzantılı veriler



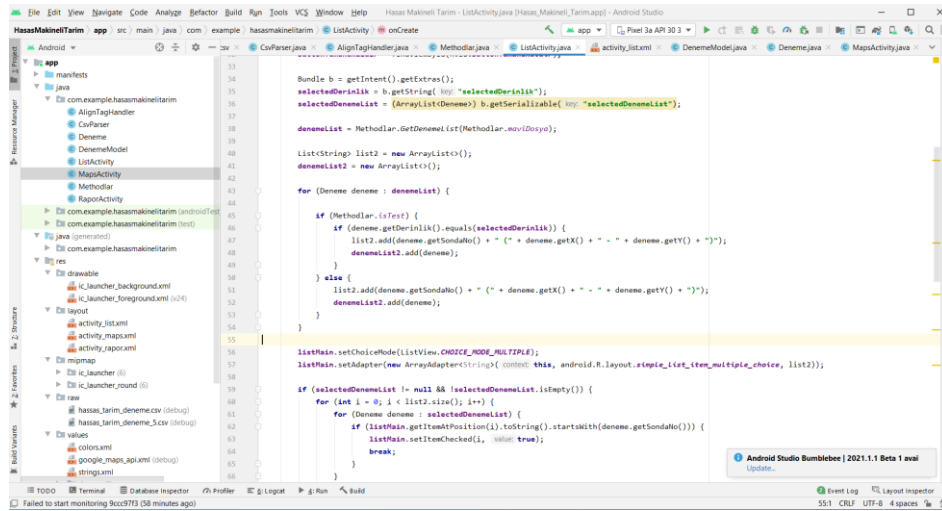
Şekil 5.3. Oluşturulan CSVParse Komutu



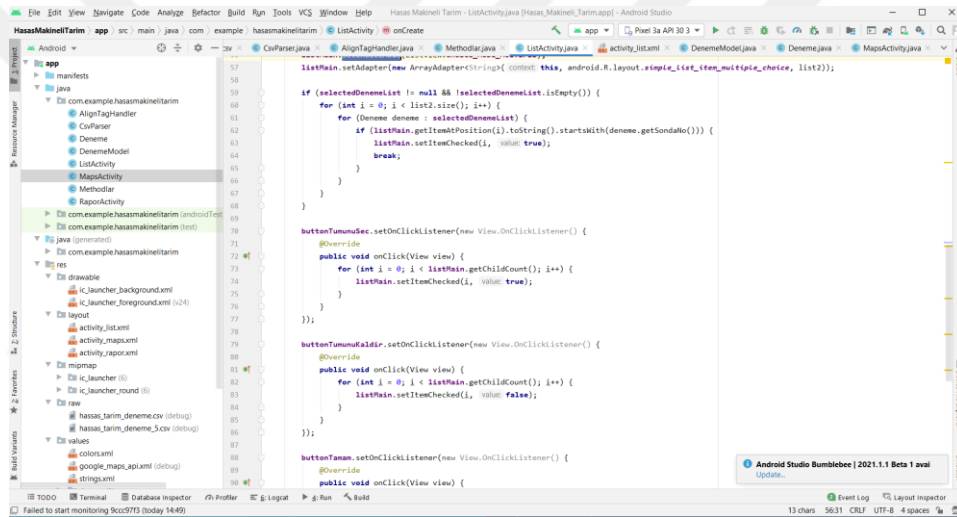
Şekil 5.4. Private String ve Private Double Komutları

5.3. Tahmin Yöntemleri İçin Belirlenen Konumların Seçilmesi

Android stüdio’da “.csv” uzantılı dosyayı okutma işlemi bitirildikten sonra, ayrıştırılmış verilerden tahmin yöntemlerinin kullanılabilmesi için tahmini yapılacak noktaların hangilerinin olacağını seçmemiz gerekmektedir. Seçme işlemi için “Spinner” komutu ile içerisine yapılacak her bir verinin neler olacağının belirtilmesi gerekmektedir (Şekil 5.5). Seçilen bu verilen içerisinde bulunması gereken bilgiler ise “ArrayList” şeklinde sıralanmaktadır (Şekil 5.6). Sıralanmış bu veriler ise “ListAcrivity” dosyası adı altında başka bir sayfaya aktarılmakta ve bu sayfada “.setChoiceMode” komutu ile seçme işlemi yapılabilir (Şekil 5.7). Uygulamanın kullanılabilirliğinin artırılması için ise uygulama içerisine bütün verilerin seçilebilmesi ve kaldırılabilmesi işlenmeleri için ise “for” döngüsü kullanılmaktadır (Şekil 5.8)



Şekil 5.7. ListActivity İçerisinde Yapılacak İşlemler



Şekil 5.8. Tümünü Seçme ve Kaldırma İşlemi

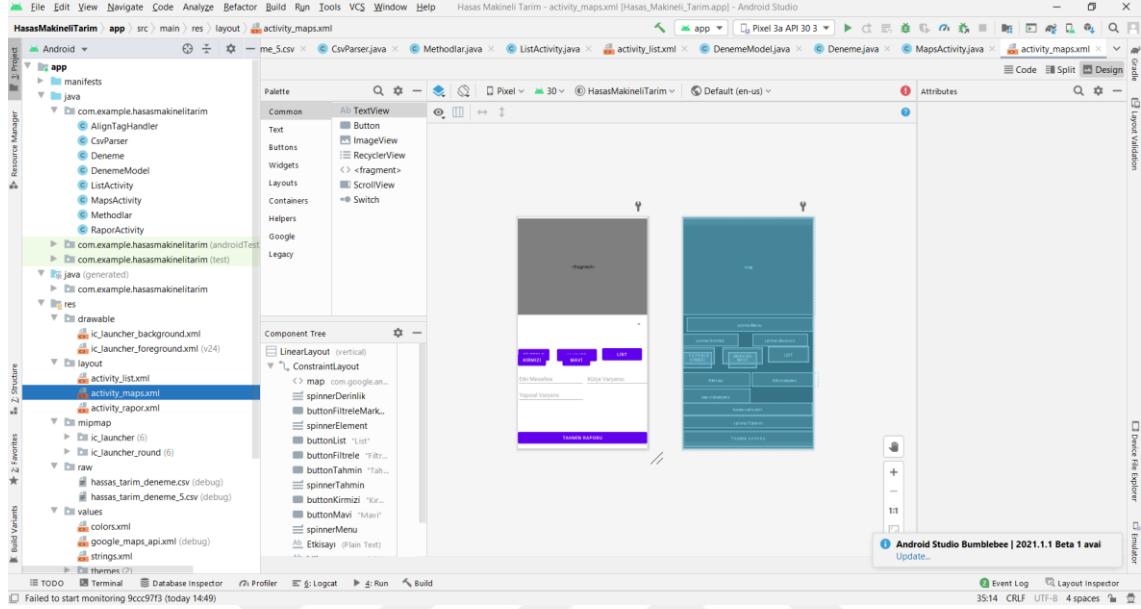
5.4. Konumsal Tahmin Yöntemlerinin Yazılması

Android Stüdio’da seçmiş olduğumuz her veri seti için kullanacağımız tahmin yönteminin seçimi için “Spinner” komutu kullanılmaktadır. Bu komutun içerisine eklenmiş olan;

- En Yakın Komşuluk,
- Uzaklığın Tersine İle Ağırlıklandırma (IDW),
- Yüzey Trend Analiz,

yöntemlerinden herhangi birinin seçilmiş olması ile birlikte tahmin raporunun yazılması işlemi yapılabilir. Tahmin raporunun yapılabilmesi için ise “activity_maps.xml”

dosyamızın içerisine “ConstraintLayout” eklenmiş ve “Tahminraporu” adı altında bir “Button” komut oluşturulmuştur. Oluşturulan “buton” komutuyla ise “RaporActivity” adlı java dosyamıza giriş yapılmaktadır (5.9).

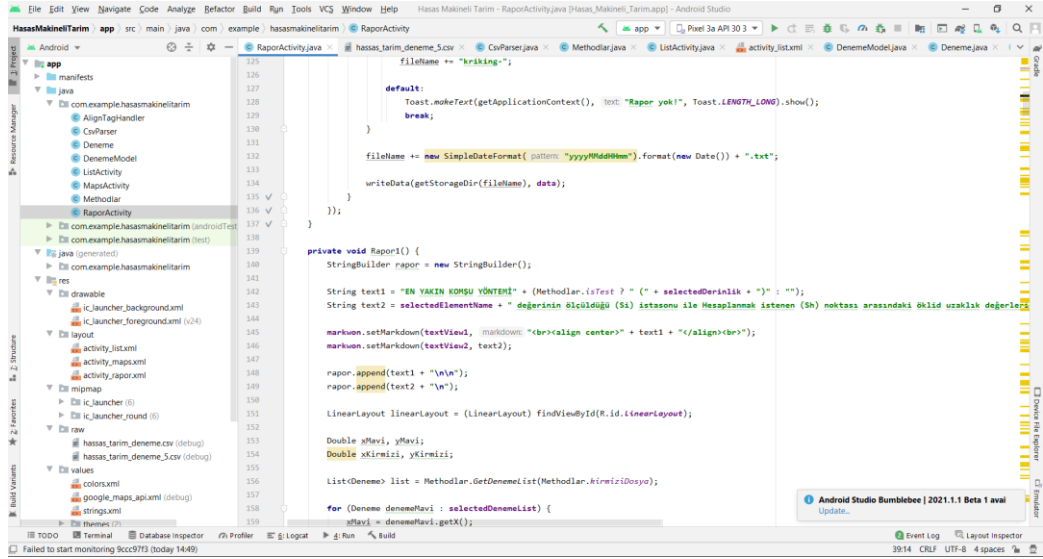


Şekil 5.9. RaporActivity dosyasına geçiş

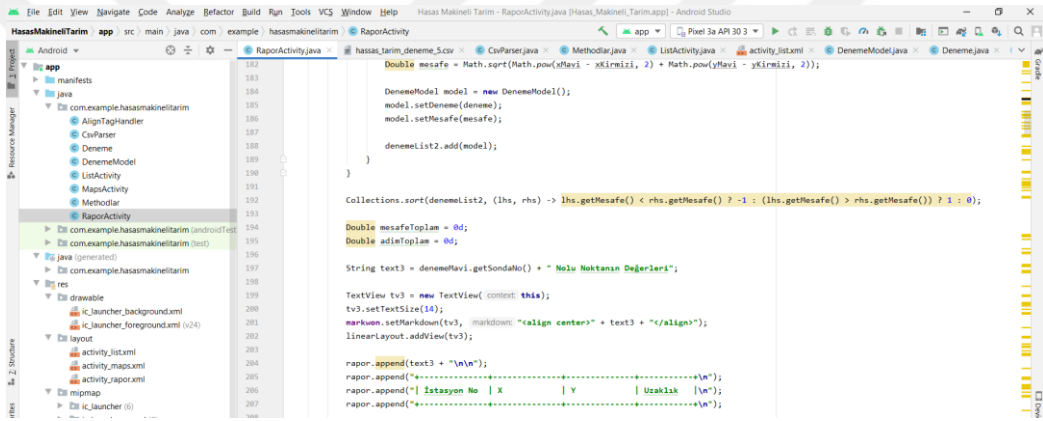
5.5. Konumsal Tahmin Raporunun Yazılması

Konumsal tahmin raporunun yapılabilmesi için öncelikle “ActivityMaps” içerisinde “Spinner” olarak seçilmiş olan konumsal tahmin yöntemlerinin hangisinin olduğunun başlıkta dinamik olarak değiştirilmesi gerekmektedir. Bu dinamik seçimin yapılabilmesi için Switch döngüsü kullanılmaktadır. Derinlik değerinin dinamik olarak alınabilmesi için ise “selectedDerinlik” adı altın bir metot oluşturulmakta ve bu metot “RaporActivity” içerisinde çağrılmaktadır (Şekil 5.10).

Tahmin raporunun içerisinde oluşturulması gereken bir diğer işlem ise tablo oluşturma işlemidir. “Android studio”da herhangi bir şekil tablo oluşturulması için “markdown” kütüphanesi kullanılmaktadır. Bu yöntem sayesinde tablo oluşturulabilmekte ve “append” metodunun kullanımı ile birlikte ise tablonun içerişi doldurulabilmektedir.



Şekil 5.10. Dinamik olarak değerlerin değiştirilmesi



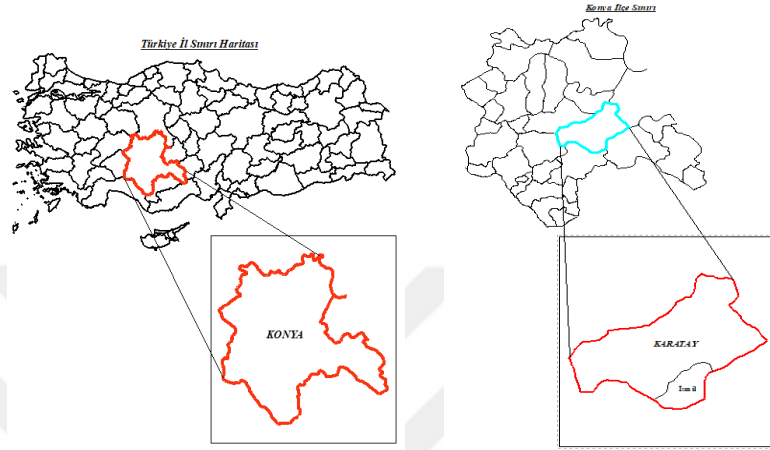
Şekil 5.11. Markdown kütüphanesinin kullanılabilirliği

5.6. Tahmin Raporlarının Kaydedilmesi

Tahmin raporlarının kaydedilmesi işlemi için Android Studio’da “butunRaporIndir” metodu oluşturulmuş ve bu metodun içerisinde ise “Switch” komutu ile her bir seçilen tahmin için dosya ismi yazdırılmıştır. Herhangi bir tahmin işleminin seçilmemesi durumunda ise bir “Toast” mesajı verilebilmekte ve raporun olmadığı kullanıcıya aktarılabilir. Tahmin raporlarının kaydedilmesi işlemi için Android Studio’da “butunRaporIndir” metodu oluşturulmuş ve bu metodun içerisinde ise “Switch” komutu ile her bir seçilen tahmin için dosya ismi yazdırılmıştır. Herhangi bir tahmin işleminin seçilmemesi durumunda ise bir “Toast” mesajı verilebilmekte ve raporun olmadığı kullanıcıya aktarılabilir.

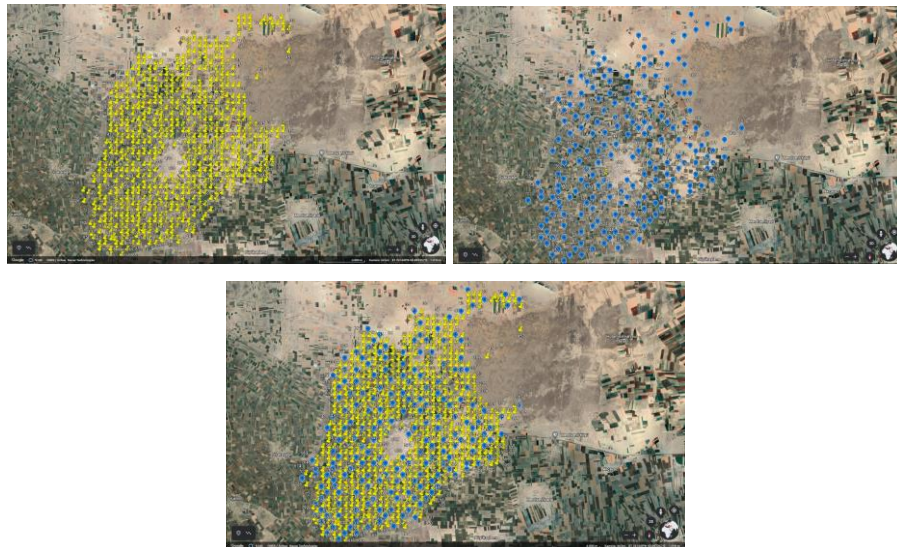
6. MATERYAL VE YÖNTEM

Konya ilinin İsmil mahallesinde ITRF96 datumu 2005.epoğunda tanımlı $32^{\circ}57'17.96''$ ile $33^{\circ}10'00.12''$ kuzey enlemi, $37^{\circ}38'32.46''$ ile $37^{\circ}50'03.66''$ doğu boylamları arasında kalan bölge çalışma alanı olarak belirlenmiştir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. Çalışma Bölgesi

Bu çalışmada Konya İli İsmil Mahallesinde 2012-2020 yılları arasında uygulanan arazi toplulaştırma projesi kapsamında derecelendirmeye esas olmak üzere yapılan toprak etütlerinden faydalanılmıştır. Konya'nın İsmil mahallesi toprak etütlerine ait 800 gözlem noktasından 600 tanesi model noktası (sarı renkli) olarak, 200 tanesi ise uygun dağılımdaki test noktası (mavi renkli) olarak seçilmiştir (Şekil 6.2).



Şekil 6.2. Seçilen Test ve Model Noktalarının Dağılımı

Çalışma bölgesine ait gözlem verilerinin toprak etüt verileri Devlet Su İşleri 4. Bölge Müdürlüğünden temin edilmiş (Şekil 6.3), bunların maksimum, minimum ve ortalama değerleri Tablo 6.1 de gösterilmiştir.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
sonda no	sonda no	zelenlik	derinlik	%SATURASYON	PH	TUZ	EC	KIREÇ	ORG.MAD.	FORMON	POTASYUM	KUM	KİL	SİLT	BÜYÜK	Ca1	Mg1	Na1	SAR	ESP	8 ppm	
2	1	1	1,0-20	0-20	46	7,6	0,013	0,433	25,89							L	2,150	0,333	0,826	0,74	0,00	0,06
3	1	1	1,20-50	20-50	48	7,57	0,014	0,448	26,47							L	2,800	0,333	0,565	0,45	0,00	0,04
4	1	1	1,50-90	50-90	66	7,55	0,020	0,469	31,21							CL	2,450	0,500	0,739	0,61	0,00	0,00
5	1	1	1,90-120	90-120	70	7,7	0,017	0,377	39,56							C	1,800	0,417	0,967	0,91	0,08	0,02
6	2	2	2,0-20	0-20	55	7,7	0,021	0,606	22,44							CL	3,750	0,500	1,391	0,95	0,15	0,29
7	2	2	2,20-50	20-50	58	7,71	0,019	0,537	22,15							CL	2,950	0,333	0,826	0,64	0,00	0,25
8	2	2	2,50-90	50-90	66	7,67	0,031	0,557	34,95							CL	2,950	0,750	1,130	0,83	0,00	0,00
9	2	2	2,90-120	90-120	69	8	0,021	0,372	42,00							CL	1,000	0,167	1,696	2,22	1,97	0,33
10	3	3	3,0-20	0-20	45	7,81	0,012	0,405	25,17							L	2,300	0,250	0,565	0,50	0,00	0,02
11	3	3	3,20-50	20-50	46	7,84	0,011	0,367	26,61							L	2,150	0,167	0,696	0,65	0,00	0,04
12	3	3	3,50-90	50-90	58	7,81	0,020	0,529	36,39							CL	2,150	0,167	0,696	0,65	0,00	0,05
13	3	3	3,90-120	90-120	60	7,99	0,015	0,460	44,30							CL	1,100	0,167	1,609	2,02	1,69	0,07
14	4	4	4,0-20	0-20	45	7,91	0,012	0,421	25,03							L	2,350	0,250	0,565	0,50	0,00	0,03
15	4	4	4,20-50	20-50	47	7,9	0,012	0,402	24,88							L	2,100	0,167	0,565	0,53	0,00	0,03
16	4	4	4,50-90	50-90	69	7,8	0,016	0,405	31,21							CL	2,100	0,250	0,739	0,68	0,00	0,00
17	4	4	4,90-120	90-120	70	7,88	0,020	0,447	37,54							C	2,050	0,500	0,970	0,77	0,00	0,00
18	5	5	5,0-20	0-20	48	7,81	0,015	0,503	27,04							L	3,450	0,583	0,609	0,43	0,00	0,01
19	5	5	5,20-50	20-50	46	7,74	0,013	0,432	26,90							L	2,600	0,250	0,565	0,47	0,00	0,04
20	5	5	5,50-90	50-90	66	7,88	0,015	0,369	31,93							CL	1,800	0,167	0,696	0,68	0,00	0,00
21	5	5	5,90-120	90-120	68	7,93	0,017	0,401	30,64							CL	2,000	0,250	0,652	0,61	0,00	0,00
22	6	6	6,0-20	0-20	43	7,86	0,012	0,418	26,34							L	2,400	0,167	0,783	0,69	0,00	0,03
23	6	6	6,20-50	20-50	45	7,89	0,012	0,419	31,64							L	2,400	0,250	0,870	0,76	0,00	0,02
24	6	6	6,50-90	50-90	70	7,74	0,024	0,532	25,60							C	2,500	0,583	2,696	2,17	1,91	0,09
25	6	6	6,90-120	90-120	78	7,94	0,039	0,781	30,64							C	1,700	0,417	7,652	7,44	8,85	0,54
26	7	7	7,0-20	0-20	44	7,85	0,011	0,402	25,69							L	2,050	0,333	1,043	0,96	0,15	0,07
27	7	7	7,20-50	20-50	46	7,82	0,012	0,420	25,75							L	2,200	0,167	0,696	0,64	0,00	0,05
28	7	7	7,50-90	50-90	67	7,72	0,021	0,480	30,64							CL	2,600	0,500	1,217	0,98	0,18	0,00
29	7	7	7,90-120	90-120	82	7,93	0,028	0,542	39,56							C	1,750	0,333	3,043	2,90	3,84	0,34
30	8	8	8,0-20	0-20	42	7,82	0,010	0,384	33,08							L	2,100	0,167	0,652	0,61	0,00	0,04
31	8	8	8,20-50	20-50	46	7,72	0,012	0,413	34,66							L	2,500	0,167	0,652	0,70	0,00	0,02
32	8	8	8,50-90	50-90	65	7,64	0,019	0,453	34,38							CL	2,700	0,417	0,970	1,06	0,00	0,00
33	8	8	8,90-120	90-120	67	7,81	0,015	0,442	45,28							CL	2,200	0,250	1,114	0,70	0,30	0,05
34	9	9	9,0-20	0-20	42	7,8	0,009	0,321	43,58							L	2,300	0,167	0,783	0,71	0,00	0,14
35	9	9	9,20-50	20-50	47	7,81	0,009	0,290	39,84							L	2,000	0,167	0,739	0,52	0,00	0,12
36	10	10	10,0-20	0-20	48	7,81	0,011	0,384	21,86							L	5,800	0,117	0,967	0,67	0,00	0,00
37	10	10	10,20-50	20-50	49	7,74	0,024	0,752	22,01							L	4,800	0,833	1,130	0,58	0,00	0,00
38	10	10	10,50-90	50-90	55	7,84	0,022	0,619	27,82							CL	3,150	0,500	0,783	0,67	0,00	0,00
39	10	10	10,90-120	90-120	67	7,85	0,022	0,522	31,64							CL	2,900	0,500	0,970	0,47	0,00	0,00

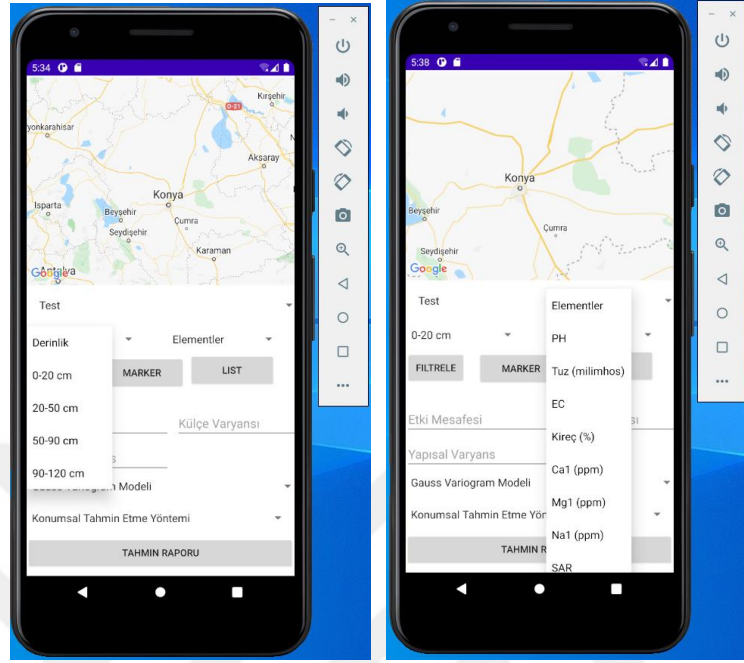
Şekil 6.3. Çalışma Bölgesine İlişkin Elde Edilen Veriler

Tablo 6.1. Elemanlar ve İstatistik bilgileri

Elementler İstatistik Bilgiler	PH	Tuz (milimhos)	Kireç (%)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)
Minimum	6,84	0.003	0.00	0.01	0.00	0.00
Maksimum	10.4	0.353	71.29	88.75	283.67	266.09
Ortalama	7.84	0.050	35.96	6.30	5.73	7.72

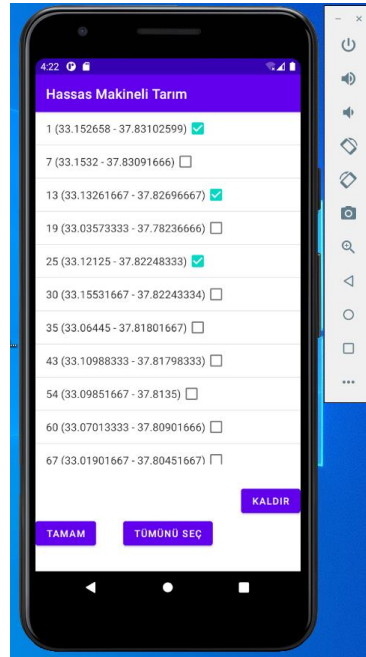
Çalışma bölgesi için belirlenen gözlem noktalarına ait veriler, geliştirilen bir android uygulaması ile mobil ortama aktarılmıştır. Geliştirilen bu uygulamaya .csv dosyası şeklinde elde edilen veriler sisteme aktarılmıştır. Fakat her bir veride işlem yapılabilmesi için bunların gruplandırılması gerekmektedir. Bu sebeple uygulamada

elde edilen veriler öncelikle derinlik değerlerine göre daha sonra ise toprak element türlerine göre gruplandırılmıştır (Şekil 6.4).



Şekil 6.4. Derinlik Değerinin ve Elementin Seçilmesi

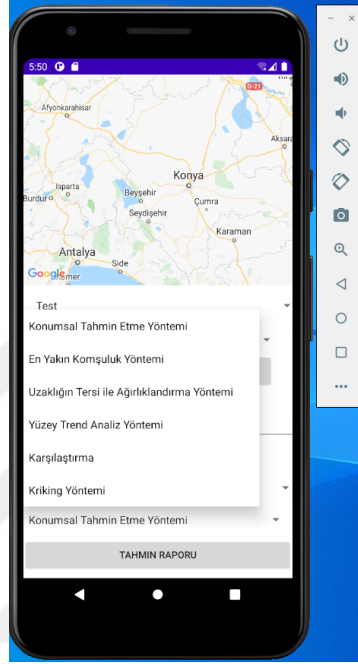
Derinlik ve element değerleri seçimiyle birlikte 200 adet seçilen test noktalarından hangileri için tahmin işleminin yapılacağı belirlenmelidir (Şekil 6.5).



Şekil 6.5. Test Noktalarının Seçilmesi

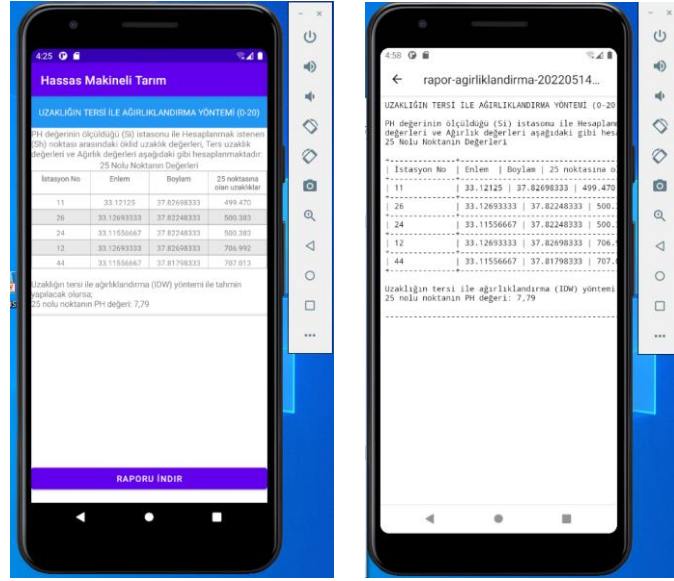
Geliştirilen uygulamamızda 3 adet konumsal tahmin yöntemi kullanılmıştır. Bunlar ;

- En Yakın Komşuluk Yöntemi
- Uzaklığın Tersine ile Ağırlıklandırma Yöntemi
- Yüzey Trend Analiz Yöntemidir.



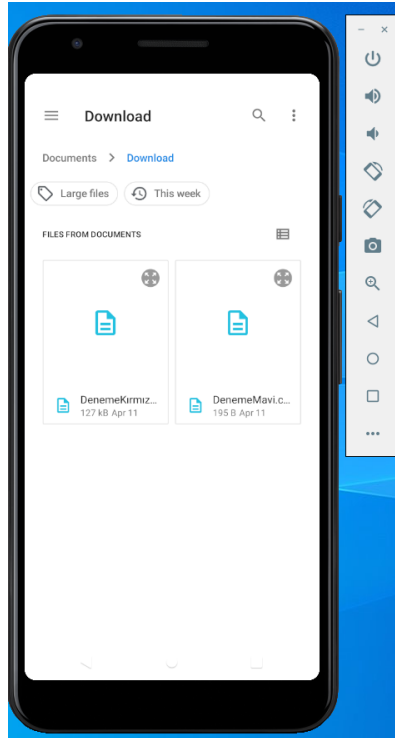
Şekil 6.7. Konumsal Tahmin Yöntemlerinin Seçilmesi

Derinlik değerinin belirlenmesi, istenilen element değerinin seçilmesi, test noktalarının seçilmesi ve konumsal tahmin yöntemlerinin belirlenmesi işlemi yapıldıktan sonra tahmin raporu oluşturulabilir. Oluşturulan tahmin modeli rapor olarak kaydedilebilmektedir (Şekil 6.8).



Şekil 6.8. Tahmin Raporunun Oluşturulması ve kaydedilmesi

Çalışma bölgesi olarak bizim belirlediğimiz alan içerisindeki verilerin kullanılmasının yanında kullanıcı tarafından model ve test noktaları ayrı ayrı “.csv” dosyası olarak belirlenip bunlar dinamik olarak uygulamaya yüklenilip ve tahmin raporu oluşturulabildiği gibi sadece model noktaları yüklenip kullanıcının bulunduğu noktanın anlık element tahmini işlemi de yapılabilmektedir (Şekil 6.9).

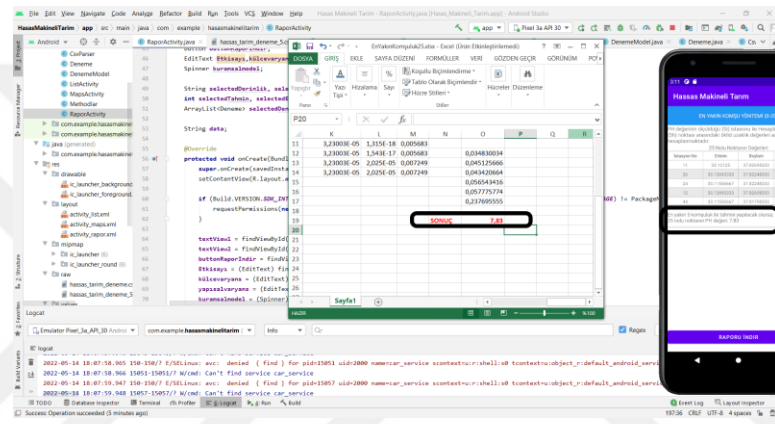


Şekil 6.9. Kullanıcı tarafından dosya okutma işlemi

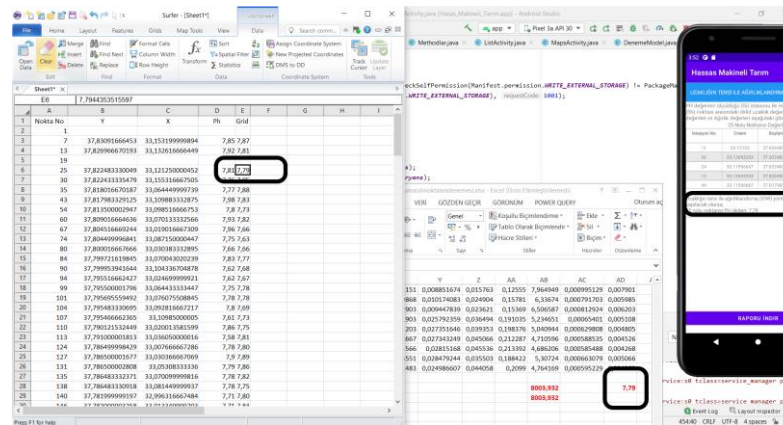
7. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

Çalışma bölgesi olarak seçilen Konya İli İsmil bölgesine ait 600 adet gözlem verisi ve 200 adet test verisi kullanılarak elementlerin, konumsal tahmin etme yöntemleri kullanılarak değerlerinin tahminleri yapılması hedeflenmiş olup, bunlar android, surfer ve matlab programları ile yapılmıştır.

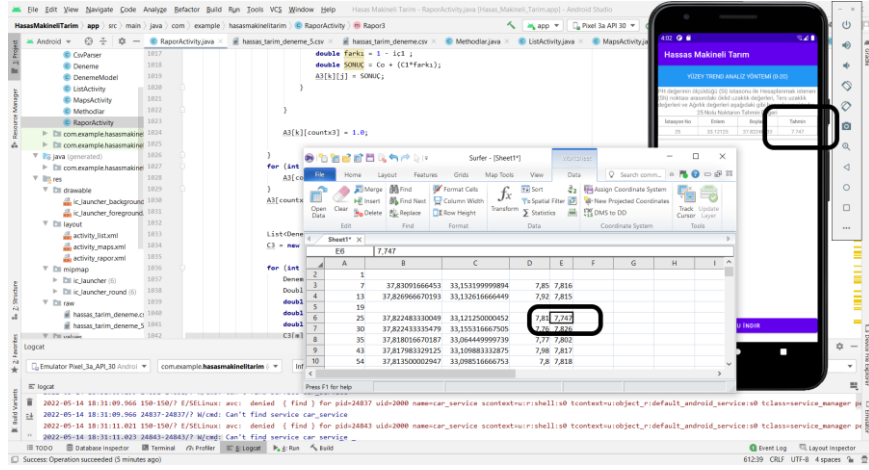
Yapılan uygulamada Excel ve/veya Surfer programları ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda ise elde edilen $1 \cdot 10^{-2}$ (Matris hassasiyeti, ondalık değerinin uzunluğu vb nedenlerden dolayı) olarak tespit edilmiştir.



Şekil 7.1. En Yakın Komşuluk Yönteminin Doğruluğu



Şekil 7.2. IDW (Uzaklığın Tersine İle Ağırlıklandırma) Yönteminin Doğruluğu



Şekil 7.3. Yüzey Trend Analiz Yönteminin Doğruluğu

Matlab ile yapılan tahmin işlemlerinde her element için;

- Nöron Sayısı
- Aktivasyon Sayısı
- Ağ Besleme Çeşidi
- Öğrenme Algoritma Çeşitleri

için hangilerinin kullanılacağını araştırılması her element için, örnek 0-20 cm derinlik değerine sahip değer kullanılmış olup, bunlar için 30 farklı kombinasyon yapılmış, bunlar içerisinde en düşük standart sapmaya sahip parametreler o elementin diğer derinlik değerine sahip değerleri için kullanılmıştır.

Surfer ile yapılan Nokta KRIGING yöntemi ile tahmin yönteminde ise 4 semi-variogram modeli için (küresel, üssel, gauss, lineer) ayrı ayrı tahmin işlemleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçların istatistiksel değerleri ise Tablo 7.1, Tablo 7.2, Tablo 7.3, Tablo 7.4, Tablo 7.5 ve Tablo 7.6'da gösterilmiştir.

Tablo 7.1. Kalsiyum (Ca) (ppm) Elementi İçin 4 Semi-Variogram Modeliyle Elde Edilen İstatistiksel Sonuçlar

<u>KRIGING (Kalsiyum)</u>				
(ppm)				
	0-20 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MİNİMUM	-24,92160081	-24,92165846	-24,92163713	-30,70089244
MAKSİMUM	27,22433453	27,22395433	27,22409784	11,56317667
ORTALAMA	0,713364284	0,713306267	0,713367721	0,775612575
STANDART SAPMA	5,108695403	5,108539443	5,108673973	4,529349309
	20-50 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MİNİMUM	-27,52888004	-27,52883419	-27,52888667	-27,808566
MAKSİMUM	24,58480375	24,5844303	24,58456999	14,0393833
ORTALAMA	1,070950397	1,070872779	1,070946697	0,875638788
STANDART SAPMA	5,777144878	5,77693887	5,777108804	4,87466811
	50-90 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MİNİMUM	-27,00425485	-27,00421856	-27,0040871	-27,05031339
MAKSİMUM	21,67302199	21,66680608	21,6727314	21,69218702
ORTALAMA	1,223590834	1,223472408	1,223598454	1,228413203
STANDART SAPMA	7,755905551	7,755468859	7,755887435	7,640777352
	90-120 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MİNİMUM	-32,62268611	-32,62281155	-32,6227509	-34,78966624
MAKSİMUM	21,14357419	21,13388958	21,14372011	21,56796523
ORTALAMA	0,853252252	0,853132928	0,853261062	0,614178224
STANDART SAPMA	8,745162006	8,744914121	8,745148642	8,838549979

Tablo 7.2. PH Elementi İçin 4 Semi-Variogram Modeliyle Elde Edilen İstatistiksel Sonuçlar**KRIGING (PH)**

-	0-20 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MINİMUM	-0.527380895	-0.527380566	-0.527380576	-0.537376781
MAKSİMUM	1.202071758	1.202057673	1.202062581	0.593438491
ORTALAMA	-0.005286564	-0.005285748	-0.005286663	-0.014289388
STANDART SAPMA	0.230628091	0.23062386	0.230626873	0.195565951

-	20-50 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MINİMUM	-0,53299091	-0,532991978	-0,532992588	-0,65456442
MAKSİMUM	1,416096822	1,416083638	1,416088093	0,554656821
ORTALAMA	-0,010055162	-0,010054513	-0,010054959	-0,014229325
STANDART SAPMA	0,230395138	0,230389446	0,230393918	0,197657245

-	50-90 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MINİMUM	-1,093380412	-1,093380682	-1,093382417	-1,12797127
MAKSİMUM	1,459668018	1,4596543	1,459658903	0,73630559
ORTALAMA	-0,024006128	-0,024001787	-0,024006445	-0,023469322
STANDART SAPMA	0,292891102	0,292886556	0,292890271	0,240586766

-	90-120 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MINİMUM	-1,3697812	-1,369792116	-1,369778783	-1,385624892
MAKSİMUM	1,331535032	1,331523243	1,331527368	0,759054761
ORTALAMA	-0,044174317	-0,044171789	-0,044174281	-0,03313342
STANDART SAPMA	0,355568241	0,355566559	0,355567328	0,314967974

Tablo 7.3. Tuzluluk (milimhos) Elementi İçin 4 Semi-Variogram Modeliyle Elde Edilen İstatistiksel Sonuçlar

<u>KRIGING (Tuzluluk)</u> (milimhos)				
--	--	--	--	--

	0-20 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MINİMUM	-0,140538807	-0,140541544	-0,140538479	-0,118297839
MAKSİMUM	0,111709383	0,111708091	0,111708531	0,055911228
ORTALAMA	0,003163873	0,003163631	0,003163921	0,002812922
STANDART SAPMA	0,025424762	0,025424613	0,025424655	0,020023688

	20-50 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MINİMUM	-0,0600553	-0,060057853	-0,060056075	-0,080296372
MAKSİMUM	0,084613304	0,084615688	0,08461258	0,064629953
ORTALAMA	0,005799155	0,005799384	0,00579913	0,005353867
STANDART SAPMA	0,021704716	0,021704786	0,021704574	0,018986231

	50-90 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MINİMUM	-0,134090172	-0,134090147	-0,134090651	-0,181979803
MAKSİMUM	0,130841318	0,130839445	0,130840223	0,118750784
ORTALAMA	0,008170317	0,008169859	0,008170369	0,007835027
STANDART SAPMA	0,037129072	0,037128618	0,037128911	0,037684681

	90-120 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MINİMUM	-0,174974991	-0,174975398	-0,174975375	-0,196811962
MAKSİMUM	0,133258147	0,133257302	0,133257595	0,12879276
ORTALAMA	0,003433052	0,003432508	0,003433076	0,001517165
STANDART SAPMA	0,051342342	0,051341583	0,051342193	0,050516974

Tablo 7.4. Magnezyum (Mg) (ppm) Elementi İçin 4 Semi-Variogram Modeliyle Elde Edilen İstatistiksel Sonuçlar

<u>KRIGING (Magnezyum(ppm))</u>				
(milimhos)				

-	0-20 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MINİMUM	-20,52639558	-20,52637131	-20,52636497	-17,52889031
MAKSİMUM	23,10638743	23,10605706	23,10616631	7,618226106
ORTALAMA	0,681738665	0,681718338	0,681742917	0,686019817
STANDART SAPMA	4,255139235	4,255076445	4,255113561	3,049375099

-	20-50 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MINİMUM	-21,53757711	-21,53734291	-21,53754127	-19,12927236
MAKSİMUM	25,39026714	25,3898638	25,38999896	10,06518638
ORTALAMA	1,049960598	1,049919766	1,049959477	0,875357359
STANDART SAPMA	5,258235329	5,258194045	5,25819486	3,884231052

-	50-90 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MINİMUM	-64,14468735	-64,14472656	-64,14477236	-68,49338514
MAKSİMUM	40,71311418	40,71254367	40,71276875	22,59960276
ORTALAMA	1,754311468	1,754275906	1,754311399	1,600787064
STANDART SAPMA	9,783321253	9,783270581	9,783284535	9,292317819

-	90-120 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MINİMUM	-143,0425243	-143,0427518	-143,0426469	-147,7320188
MAKSİMUM	47,36853793	47,36813998	47,36831754	32,53685835
ORTALAMA	2,032137853	2,032031745	2,032140729	1,612967258
STANDART SAPMA	15,91793437	15,91772073	15,91791729	15,62422626

Tablo 7.5. Sodyum (Na) (ppm) Elementi İçin 4 Semi-Variogram Modeliyle Elde Edilen İstatistiksel Sonuçlar

<u>KRIGING (Sodyum)</u>
(ppm)

	0-20 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MINİMUM	-14,86327691	-14,86324209	-14,86325121	-13,98672325
MAKSİMUM	30,09597447	30,09563232	30,09575398	10,20165391
ORTALAMA	1,085040144	1,085038144	1,085047348	0,959113634
STANDART SAPMA	5,406024444	5,406002044	5,405987356	3,728935031

	20-50 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MINİMUM	-19,62760819	-19,62749387	-19,62756987	-19,92870345
MAKSİMUM	21,98076567	21,98020019	21,98040268	10,27673913
ORTALAMA	1,593646112	1,593670311	1,593644604	1,352501839
STANDART SAPMA	5,98987904	5,989828091	5,989837274	4,263572368

	50-90 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MINİMUM	-41,26957063	-41,26950277	-41,26960506	-46,336956
MAKSİMUM	37,0092102	37,00870531	37,00889138	22,46230981
ORTALAMA	1,938381574	1,93838666	1,938384648	1,606637763
STANDART SAPMA	10,49118226	10,4912306	10,49112584	9,560848565

	90-120 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MINİMUM	-68,15922346	-68,15933646	-68,15931092	-70,75849789
MAKSİMUM	36,4484498	36,44817098	36,44826139	28,81826689
ORTALAMA	2,007267475	2,007221298	2,007261935	1,369690821
STANDART SAPMA	14,51189826	14,51184098	14,51185624	13,59284542

Tablo 7.6. Kireç (%) Elementi İçin 4 Semi-Variogram Modeliyle Elde Edilen İstatistiksel Sonuçlar

<u>KRIGING (Kireç)</u>				
(%)				

	0-20 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MİNİMUM	-21,93798246	-21,93979825	-21,92125764	-19,8639089
MAKSİMUM	13,20881155	13,20881155	13,20881155	11,28039163
ORTALAMA	0,010440559	0,010739443	0,011287133	0,112035859
STANDART SAPMA	6,000297063	6,000496965	6,000643553	5,064987328

	20-50 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MİNİMUM	-31,36994425	-31,36982426	-31,36990344	-26,45897518
MAKSİMUM	18,09917071	18,09912416	18,09913928	23,87325549
ORTALAMA	0,05410834	0,05391921	0,054116928	0,019498538
STANDART SAPMA	6,248951346	6,248622714	6,248917288	6,210580227

	50-90 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MİNİMUM	-18,84080914	-18,84077406	-18,84088615	-20,05888292
MAKSİMUM	24,52220283	24,52129129	24,52193927	19,41365472
ORTALAMA	0,34484043	0,344822362	0,344841171	0,196253897
STANDART SAPMA	6,429856594	6,429879892	6,429832782	6,75644385

	90-120 cm			
	Küresel	Üssel	Doğrusal	Gauss
MİNİMUM	-25,35372683	-25,35529292	-25,35357261	-21,06363318
MAKSİMUM	16,61538425	16,61526355	16,61529857	17,96654494
ORTALAMA	-0,24132516	-0,24130061	-0,241328125	0,051588529
STANDART SAPMA	6,517917936	6,517950996	6,517892844	6,178912901

Android ile yapılan 3 konumsal tahmin etme yöntemleri (Uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma (IDW), En yakın komşuluk, 3. derece yüzey trend analiz), Surfer ile yapılan (Nokta KRIGING) konumsal tahmin yöntemi ve Matlab ile yapay sinir ağları (YSA) kullanılarak yapılan tahminler sonucunda, tahminleri istatistiksel bilgileri ise Tablo 7.7, Tablo 7.8, Tablo 7.9, Tablo 7.10, Tablo 7.11 ve Tablo 7.12, 'daki gibidir.

Tablo 7.7. Kalsiyum(Ca) (ppm) Elementinin İstatistiksel Sonuçları

<i>Kalsiyum (Ca)</i> <i>(ppm)</i>				
--	--	--	--	--

-	En Yakın Komşuluk Yöntemi			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MINİMUM	-27.96	-26.8	-28.86	-37.34
MAKSİMUM	15.91	16.45	21.59	23.25
ORTALAMA	0.814	0.898984772	0.848432432	0.467664671
STANDART SAPMA	4.859925553	5.644513499	7.739636495	8.807586882

-	Uzaklığın Tersine İle Ağırlıklandırma (IDW)			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MINİMUM	-29.42	-29.31	-31.21	-41.44
MAKSİMUM	4.79	6.14	10.2	11.02
ORTALAMA	0.7183	0.688832487	0.798432432	0.252814371
STANDART SAPMA	4.061051317	4.683744921	7.711666291	9.062725652

-	Yüzey Trend Analiz Yöntemi			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MINİMUM	-28.01	-28.43	-28.57	-40.68
MAKSİMUM	6.41	9.05	13.87	17.14
ORTALAMA	0.7333	0.752791878	0.967837838	0.470958084
STANDART SAPMA	4.071138903	4.675023018	7.659091974	9.058958705

-	KRIGING Yöntemi			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MINİMUM	-30,70089244	-27,808566	-27,05031339	-32,62281155
MAKSİMUM	11,56317667	14,0393833	21,69218702	21,13388958
ORTALAMA	0,775612575	0,875638788	1,228413203	0,853132928
STANDART SAPMA	4,529349309	4,87466811	7,640777352	8,744914121

-	YSA			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MINİMUM	-32,33606553	-20,3671293	-15,18184426	-24,2939547
MAKSİMUM	19,17301318	25,84779688	25,76280382	36,07983282
ORTALAMA	-1,050986415	-0,850895517	-0,276025071	-0,843552469
STANDART SAPMA	3,958659034	5,050355726	7,673561882	9,017658716

Tablo 7.8. PH Elementinin İstatistiksel Sonuçları

<u>PH</u>				
------------------	--	--	--	--

	En Yakın Komşuluk Yöntemi			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
-				
MINİMUM	-0.61	-0.71	-1.17	-1.9
MAKSİMUM	0.89	0.68	0.83	1.05
ORTALAMA	-0.0094	-0.01025381	-0.019189189	-0.04389222
STANDART SAPMA	0.20090909	0.203691535	0.259922421	0.364418749

	Uzaklığın Tersine İle Ağırlıklandırma (IDW)			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
-				
MINİMUM	-0.52	-0.54	-1.21	-1.79
MAKSİMUM	0.69	0.52	0.76	0.78
ORTALAMA	0.00125	0.001979695	-0.010216216	-0.02760479
STANDART SAPMA	0.198898822	0.191959922	0.246953078	0.343141422

	Yüzey Trend Analiz Yöntemi			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
-				
MINİMUM	-0.57	-0.62	-1.24	-1.9
MAKSİMUM	0.7	0.53	0.64	0.76
ORTALAMA	-0.0047	-0.006040609	-0.018486486	-0.034131737
STANDART SAPMA	0.203289308	0.199116821	0.241923634	0.340147462

	KRIGING Yöntemi			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
-				
MINİMUM	-0,537376781	-0,65456442	-1,12797127	-1,385624892
MAKSİMUM	0,593438491	0,554656821	0,73630559	0,759054761
ORTALAMA	-0,014289388	-0,014229325	-0,023469322	-0,03313342
STANDART SAPMA	0,195565951	0,197657245	0,240586766	0,314967974

	YSA			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
-				
MINİMUM	-0,5327	-0,497357229	-0,503555304	-0,6212838
MAKSİMUM	0,457	0,442958405	0,876665275	1,3328844
ORTALAMA	0,0149305	0,015830148	0,006626624	0,0302217
STANDART SAPMA	0,183654836	0,19081728	0,234684009	0,2813505

Tablo 7.9. Tuzluluk (milimhos) Elementinin İstatistiksel Sonuçları

<u>Tuzluluk</u> (milimhos)				
---	--	--	--	--

	En Yakın Komşuluk Yöntemi			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MİNİMUM	-0.094816	-0.0778944	-0.165632	-0.199632
MAKSİMUM	0.0703232	0.10792	0.12427584	0.14005824
ORTALAMA	0.003915955	0.005182574	0.006528723	0.000864755
STANDART SAPMA	0.019179685	0.022287459	0.038921846	0.053453582

	Uzaklığın Tersine İle Ağırlıklandırma (IDW)			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MİNİMUM	-0.1208	-0.1078944	-0.1779328	-0.229632
MAKSİMUM	0.0211232	0.03044672	0.0571712	0.08134464
ORTALAMA	0.002715955	0.004624198	0.006690885	0.000204846
STANDART SAPMA	0.017294181	0.018468789	0.040006204	0.054665132

	Yüzey Trend Analiz Yöntemi			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MİNİMUM	-0.1108	-0.0978944	-0.175632	-0.219632
MAKSİMUM	0.031168	0.05044672	0.0871712	0.10359936
ORTALAMA	0.003415955	0.005385619	0.007663858	0.001276274
STANDART SAPMA	0.017297235	0.020136596	0.04035569	0.051822167

	KRIGING Yöntemi			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MİNİMUM	-0,118297839	-0,080296372	-0,134090147	-0,196811962
MAKSİMUM	0,055911228	0,064629953	0,130839445	0,12879276
ORTALAMA	0,002812922	0,005353867	0,008169859	0,001517165
STANDART SAPMA	0,020023688	0,018986231	0,037128618	0,050516974

	YSA			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MİNİMUM	-0,072113004	-0,071955757	-0,055817179	-0,105707823
MAKSİMUM	0,069276266	0,111400949	0,177511653	0,300436407
ORTALAMA	-0,003614395	-0,003758859	-0,008326978	0,002342247
STANDART SAPMA	0,016136228	0,020098139	0,041723837	0,052777329

Tablo 7.10. Magnezyum(Mg) (ppm) Elementinin İstatistiksel Sonuçları

<u>Magnezyum (Mg)</u> (ppm)				
--	--	--	--	--

	En Yakın Komşuluk Yöntemi			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MİNİMUM	-21.78333333	-23.22333333	-68.68333333	-151.49
MAKSİMUM	17.22666667	25.21333333	27.75	40.85
ORTALAMA	0.780004167	0.870156514	1.321875676	1.469211577
STANDART SAPMA	3.95054632	5.313378913	10.37313652	16.53083688

	Uzaklığın Tersine İle Ağırlıklandırma (IDW)			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MİNİMUM	-19.88333333	-22.85333333	-72.00333333	-159.73
MAKSİMUM	3.903333333	5.313333333	11.55	16.08
ORTALAMA	0.711704167	0.765181895	1.227983784	1.098313373
STANDART SAPMA	2.632191383	3.834705027	10.15661355	16.46941468

	Yüzey Trend Analiz Yöntemi			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MİNİMUM	-18.23333333	-22.48333333	-67.67333333	-157.81
MAKSİMUM	5.433333333	7.693333333	15.17	21.57666667
ORTALAMA	0.714354167	0.783862098	1.317551351	1.295259481
STANDART SAPMA	2.726247109	4.017028917	9.90948371	16.41050568

	KRIGING Yöntemi			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MİNİMUM	-17,52889031	-19,12927236	-68,49338514	-147,7320188
MAKSİMUM	7,618226106	10,06518638	22,59960276	32,53685835
ORTALAMA	0,686019817	0,875357359	1,600787064	1,612967258
STANDART SAPMA	3,049375099	3,884231052	9,292317819	15,62422626

	YSA			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MİNİMUM	-13,18557139	-15,14346807	-21,70833325	-47,51871836
MAKSİMUM	14,76969454	13,5093742	60,76711066	135,6529529
ORTALAMA	-0,853249864	0,0867585	-1,182757755	-0,906567865
STANDART SAPMA	2,977531681	3,788268963	9,78556558	15,65882129

Tablo 7.11. Sodyum (Na) (ppm) Elementinin İstatistiksel Sonuçları

<u>Sodyum (Na)</u> (ppm)				
---	--	--	--	--

	En Yakın Komşuluk Yöntemi			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MİNİMUM	-14.6082609	-22.8813043	-44.10391304	-75.43
MAKSİMUM	13.78478261	22.96217391	38.3673913	65.90869565
ORTALAMA	1.020565217	1.420454646	1.695990599	1.608305129
STANDART SAPMA	4.202511851	5.669328331	10.8063615	15.42141348

	Uzaklığın Tersine İle Ağırlıklandırma (IDW)			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MİNİMUM	-19.27333333	-21.60333333	-69.27333333	-157.7
MAKSİMUM	4.843333333	6.783333333	13.21	16.66
ORTALAMA	1.961554167	2.486095601	3.706848649	3.840588822
STANDART SAPMA	2.671649481	3.88292964	10.44331387	16.82060326

	Yüzey Trend Analiz Yöntemi			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MİNİMUM	-17.75333333	-22.34333333	-67.70333333	-156.66
MAKSİMUM	6.303333333	10.59666667	16.52333333	20.15
ORTALAMA	1.938254167	2.482542301	3.762740541	3.893357921
STANDART SAPMA	2.811238143	4.150630122	10.41560208	16.66271319

	KRIGING Yöntemi			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MİNİMUM	-13,98672325	-19,92870345	-46,336956	-70,75849789
MAKSİMUM	10,20165391	10,27673913	22,46230981	28,81826689
ORTALAMA	0,959113634	1,352501839	1,606637763	1,369690821
STANDART SAPMA	3,728935031	4,263572368	9,560848565	13,59284542

	YSA			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MİNİMUM	-8,404259572	-2,749592662	-7,177329187	-22,4277658
MAKSİMUM	11,76907017	22,47826087	53,17234026	64,03200205
ORTALAMA	-0,578510759	3,039419318	5,974414959	-0,762592451
STANDART SAPMA	3,223223646	4,656309441	11,20655075	13,91770646

Tablo 7.12. Kireç (%) Elementinin İstatistiksel Sonuçları

<u>Kireç</u> <u>(%)</u>				
--	--	--	--	--

	En Yakın Komşuluk Yöntemi			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MİNİMUM	-21.487041	-29.73576	-19.26563404	-23.8416165
MAKSİMUM	11.55348937	17.65124767	16.23567796	17.71342384
ORTALAMA	-0.05241818	-0.23886304	0.158997974	0.153553924
STANDART SAPMA	5.334922097	5.891024362	6.238180371	6.343766856

	Uzaklığın Tersine İle Ağırlıklandırma (IDW)			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MİNİMUM	-28.967041	-31.6377435	-17.94690048	-14.0298357
MAKSİMUM	17.42365206	16.22991774	21.02187016	21.02311466
ORTALAMA	0.37768182	0.47661919	0.77721419	0.341278475
STANDART SAPMA	7.240187348	7.661202868	8.411095959	8.020936275

	Yüzey Trend Analiz Yöntemi			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MİNİMUM	-21.25704099	-24.83575998	-20.91563404	-15.49161646
MAKSİMUM	16.87348937	15.85124767	22.13187016	21.63311466
ORTALAMA	0.04653182	-0.009066089	0.265430406	0.152955122
STANDART SAPMA	6.701156715	7.118629507	7.975985213	7.126911235

	KRIGING Yöntemi			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MİNİMUM	19,86390895	-26,45897518	-18,84088615	-21,06363318
MAKSİMUM	11,28039163	23,87325549	24,52193927	17,96654494
ORTALAMA	0,112035859	0,019498538	0,344841171	0,051588529
STANDART SAPMA	5,064987328	6,210580227	6,429832782	6,178912901

	YSA			
	0-20 cm	20-50 cm	50-90 cm	90-120 cm
MİNİMUM	-12,21366005	-13,80781863	-15,25413954	-15,34735799
MAKSİMUM	15,77548776	22,71175534	19,85107937	17,94406258
ORTALAMA	-0,280343655	0,07781248	-0,506530322	0,162207882
STANDART SAPMA	5,050922269	5,964798007	6,859079656	6,019959879

Elde edilen bu verilerin standart sapmalarının özet tablosu ise Tablo 7.13’de gösterilmektedir.

Tablo 7.13. Elementlerin standart sapmaları

Elementlerin Standart Sapma Değerleri						
Kalsiyum (Ca) (ppm)	-	En Yakın Komşuluk	Uzaklığın Tersi ile Ağırlıklandırma (IDW)	Yüzey Trend Analizi	KRIGING	YSA
	0-20 cm	4.859925553	4.061051317	4.071138903	4,529349309	3,958659034
	20-50 cm	5.644513499	4.683744921	4.675023018	4,87466811	5,050355726
	50-90 cm	7.739636495	7.711666291	7.659091974	7,640777352	7,673561882
	90-120 cm	8.807586882	9.062725652	9.058958705	8,744914121	9,017658716
PH	-	En Yakın Komşuluk	Uzaklığın Tersi ile Ağırlıklandırma (IDW)	Yüzey Trend Analizi	KRIGING	YSA
	0-20 cm	0.20090909	0.198898822	0.203289308	0,195565951	0,183654836
	20-50 cm	0.203691535	0.191959922	0.199116821	0,197657245	0,19081728
	50-90 cm	0.259922421	0.246953078	0.241923634	0,240586766	0,234684009
	90-120 cm	0.364418749	0.343141422	0.340147462	0,314967974	0,2813505
Tuzluluk (milimhos)	-	En Yakın Komşuluk	Uzaklığın Tersi ile Ağırlıklandırma (IDW)	Yüzey Trend Analizi	KRIGING	YSA
	0-20 cm	0.019179685	0.017294181	0.017297235	0,020023688	0,016136228
	20-50 cm	0.022287459	0.018468789	0.020136596	0,018986231	0,020098139
	50-90 cm	0.038921846	0.040006204	0.04035569	0,037128618	0,041723837
	90-120 cm	0.053453582	0.054665132	0.051822167	0,050516974	0,052777329
Magnezyum (Mg) (ppm)	-	En Yakın Komşuluk	Uzaklığın Tersi ile Ağırlıklandırma (IDW)	Yüzey Trend Analizi	KRIGING	YSA
	0-20 cm	3.95054632	2.632191383	2.726247109	3,049375099	2,977531681
	20-50 cm	5.313378913	3.834705027	4.017028917	3,884231052	3,788268963
	50-90 cm	10.37313652	10.15661355	9.90948371	9,292317819	9,78556558
	90-120 cm	16.53083688	16.46941468	16.41050568	15,62422626	15,65882129
Sodyum (Na) (ppm)	-	En Yakın Komşuluk	Uzaklığın Tersi ile Ağırlıklandırma (IDW)	Yüzey Trend Analizi	KRIGING	YSA
	0-20 cm	4.202511851	2.671649481	2.811238143	3,728935031	3,223223646
	20-50 cm	5.669328331	3.88292964	4.150630122	4,263572368	4,656309441
	50-90 cm	10.8063615	10.44331387	10.41560208	9,560848565	11,20655075
	90-120 cm	15.42141348	16.82060326	16.66271319	13,59284542	13,91770646
Kireç (%)	-	En Yakın Komşuluk	Uzaklığın Tersi ile Ağırlıklandırma (IDW)	Yüzey Trend Analizi	KRIGING	YSA
	0-20 cm	5.334922097	7.240187348	6.701156715	5,064987328	5,050922269
	20-50 cm	5.891024362	7.661202868	7.118629507	6,210580227	5,964798007
	50-90 cm	6.238180371	8.411095959	7.975985213	6,429832782	6,859079656
	90-120 cm	6.343766856	8.020936275	7.126911235	6,178912901	6,019959879

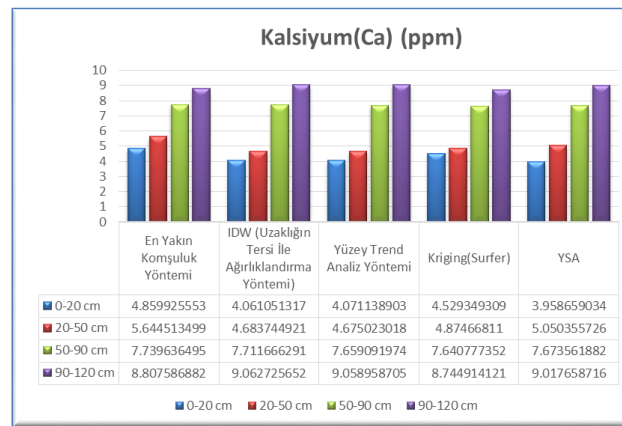
Tablo 7.13'deki Adroid, Surfer ve Matlab programları kullanılarak elde edilen tahmin ile gerçek değer arasındaki farkın standart sapmaları dikkate alındığında, her element için hatta her elementin farklı derinlik değerleri için bile farklı yöntemlerin en iyi sonuçları verdiği görülmektedir.

Örneğin,

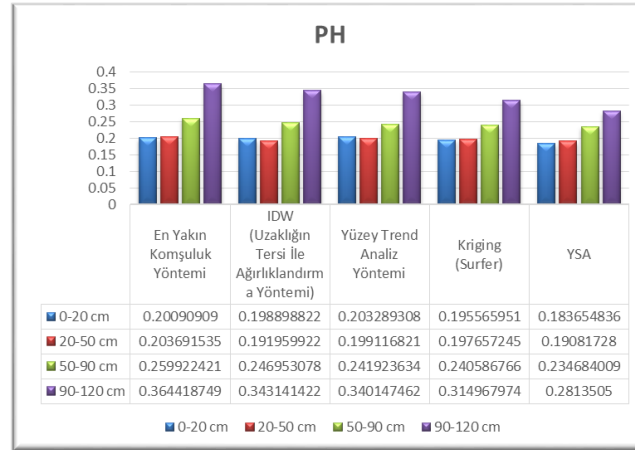
- Kalsiyum (Ca) (ppm) elementinin 0-20 cm derinlik değerinde YSA yöntemi,
- Kalsiyum (Ca) (ppm) elementinin 20-50 cm derinlik değerinde 3.Derece Yüzey Trend Analiz yöntemi,
- Magnezyum (Mg) (ppm) elementinin 0-20 cm derinlik değerinde IDW (Uzaklığın Tersine İle Ağırlıklandırma) yöntemi,
- Magnezyum (Mg) (ppm) elementinin 90-120 cm derinlik değerinde YSA (Yapay Sinir Ağları) yöntemi,
- Kireç (%) elementinin 20-50 cm, 50-90 cm derinlik değerlerinde ise En Yakın Komşuluk yöntemi,

en düşük standart sapmayı verdiği görülmüştür. Fakat bu yöntemler içerisinde en çok, düşük standart sapmayı veren yöntem yapay sinir ağlarının, daha sonrasında ise kriging yönteminin olduğu görülmüştür.

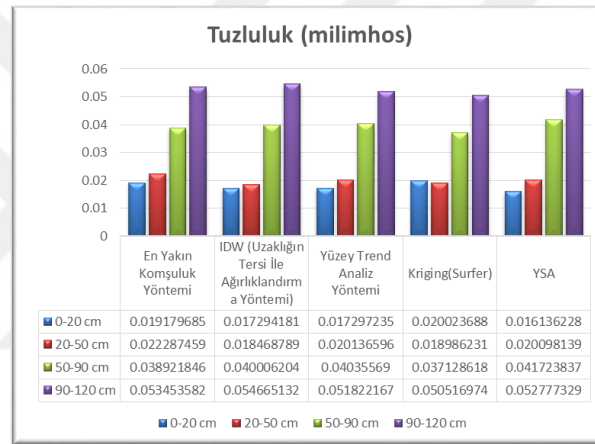
Konumsal tahmin sonucunda elde edilen bu verilerin standart sapmalarının grafiksel olarak karşılaştırması ise Şekil 7.4, Şekil 7.5, Şekil 7.6, Şekil 7.7, Şekil 7.8 ve Şekil 7.9'deki gibi gösterilmiştir.



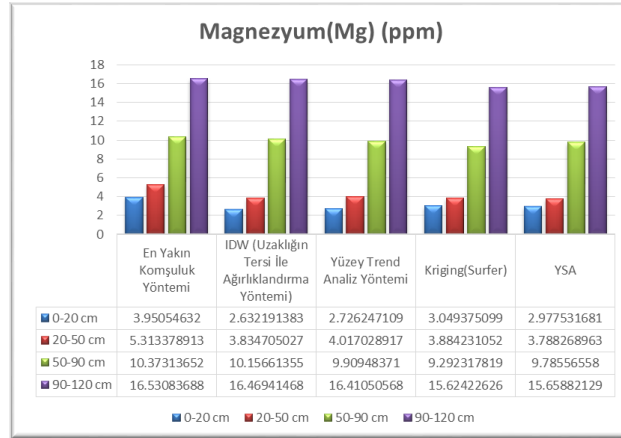
Şekil 7.4. Kalsiyum (Ca) (ppm) Elementi İçin Konumsal Tahmin Etme Yöntemleri İle Elde Edilen Standart Sapmaların Grafiksel Gösterimi



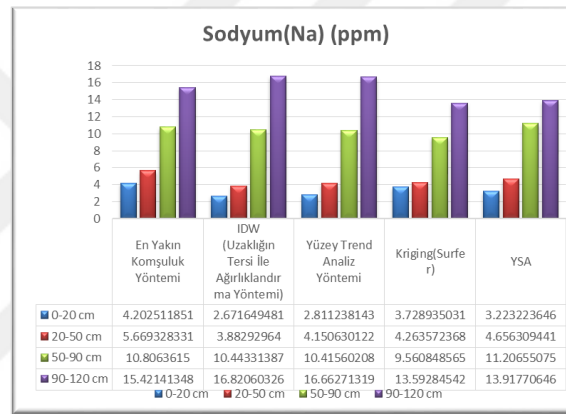
Şekil 7.5. PH Elementi İçin Konumsal Tahmin Etme Yöntemleri İle Elde Edilen Standart Sapmaların Grafiksel Gösterimi



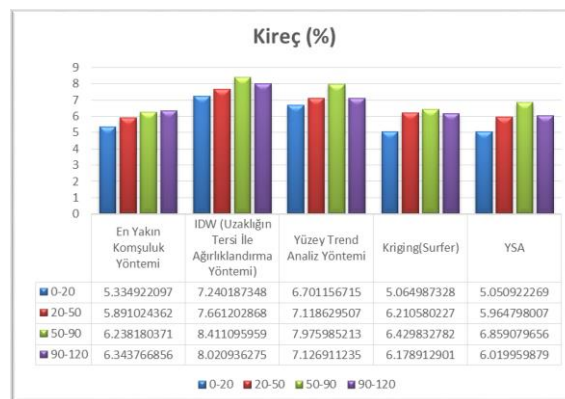
Şekil 7.6. Tuzluluk (milimhos) Elementi İçin Konumsal Tahmin Etme Yöntemleri İle Elde Edilen Standart Sapmaların Grafiksel Gösterimi



Şekil 7.7. Magnezyum (Mg) (ppm) Elementi İçin Konumsal Tahmin Etme Yöntemleri İle Elde Edilen Standart Sapmaların Grafikselsel Gösterimi

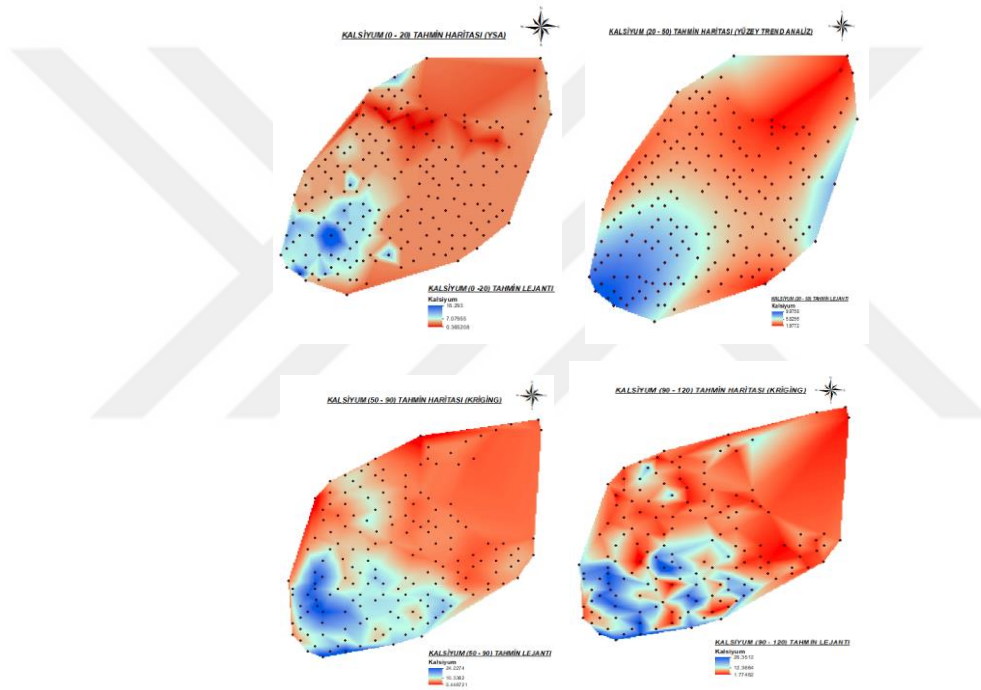


Şekil 7.8. Sodyum (Na)(ppm) Elementi İçin Konumsal Tahmin Etme Yöntemleri İle Elde Edilen Standart Sapmaların Grafikselsel Gösterimi

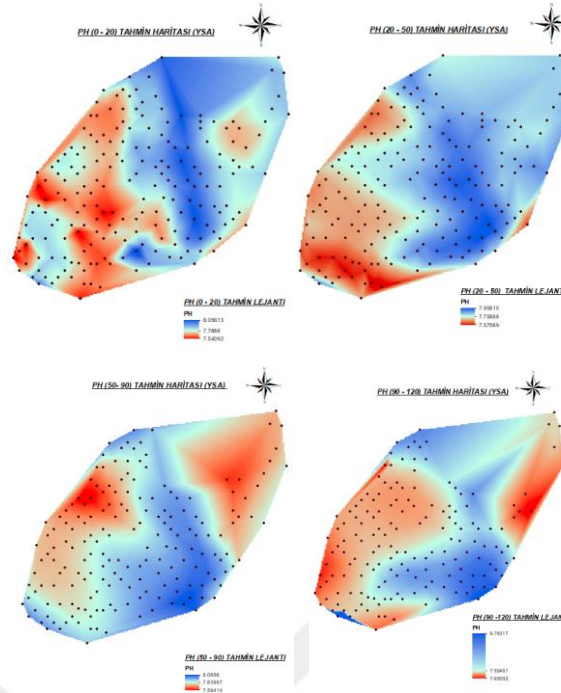


Şekil 7.9. Kireç (%) Elementi İçin Konumsal Tahmin Etme Yöntemleri İle Elde Edilen Standart Sapmaların Grafikselsel Gösterimi

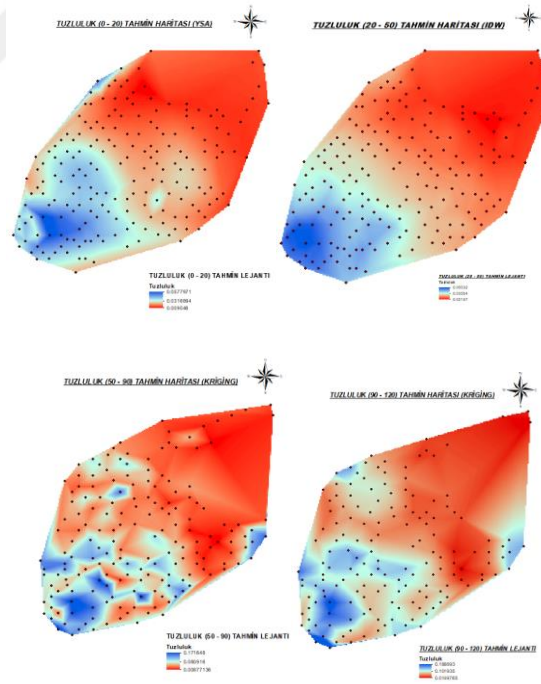
Konumsal tahmin yöntemleri için kullanılan platformlar (Android Studio, Surfer, Matlab) ile Devlet Su İşleri 4. Bölge Müdürlüğü tarafında alından toprak etütleri sonucun elde edilmiş veriler kullanılarak, yapılan tahmin sonuçları içerisinde en iyi standart sapmaya sahip yöntemlerinin tahmin sonuçlarının ArcGis programına aktarılıp, ilk olarak TIN verisi elde edilmiştir. Daha sonra ise TIN verisi kullanılarak tematik haritasının oluşturulması sonucu, hangi yöntemin hangi element için daha iyi sonuç verdiğini ve bu sonuçların her bir elementin farklı derinlik değerleri için tematik haritaları ise Şekil 7.10, Şekil 7.11, Şekil 7.12, Şekil 7.13, Şekil 7.14 ve Şekil 7.15’de ki gibi elde edilmiştir.



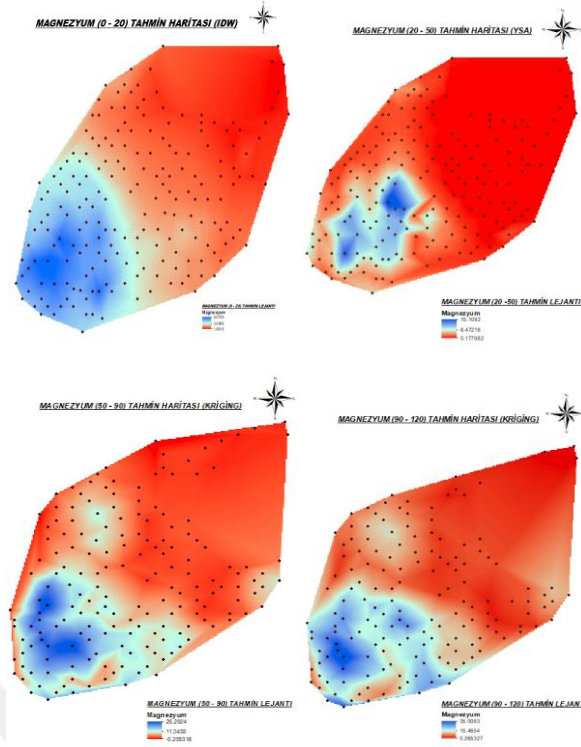
Şekil 7.10. Kalsiyum (Ca) (ppm) elementinin, farklı derinlik değerleri için ArcGIS programında elde edilen tematik haritası



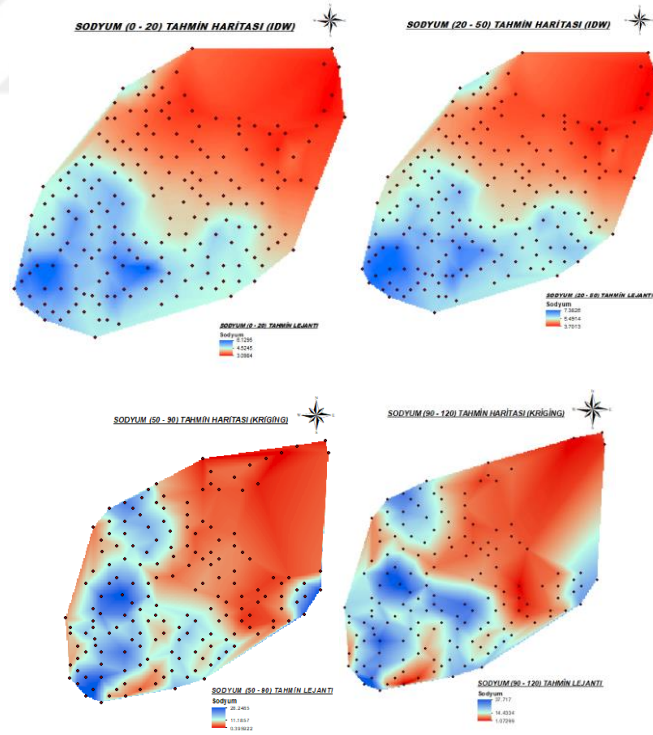
Şekil 7.11. PH elementinin, farklı derinlik değerleri için ArcGIS programında elde edilen tematik haritası



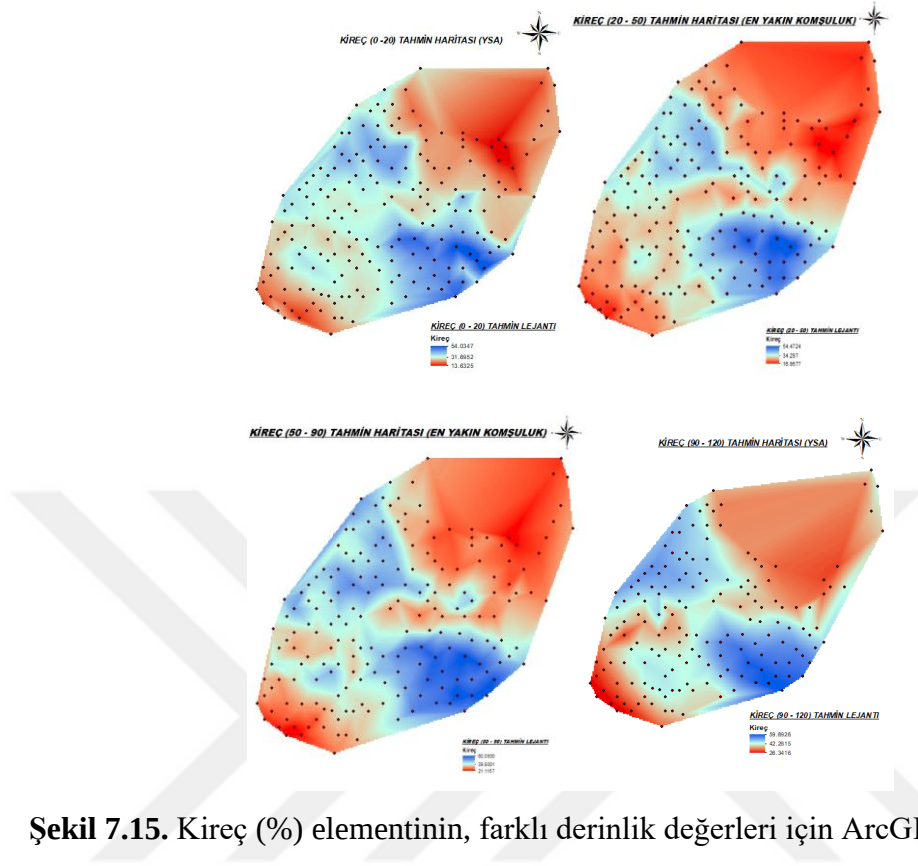
Şekil 7.12. Tuzluluk (milimhos) elementinin, farklı derinlik değerleri için ArcGIS programında elde edilen tematik haritası



Şekil 7.13. Magnezyum (Mg) (ppm) elementinin, farklı derinlik değerleri için ArcGIS programında elde edilen tematik haritası



Şekil 7.14. Sodyum (Na) (ppm) elementinin, farklı derinlik değerleri için ArcGIS programında elde edilen tematik haritası



Şekil 7.15. Kireç (%) elementinin, farklı derinlik değerleri için ArcGIS programında elde edilen tematik haritası

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

GNSS teknolojisindeki gelişmeler konum bilgisine erişimi kolaylaştırmış, hayatın her alanında konum bilgisi bütünleşik sistemlerin bir parçası haline gelmiştir. Diğer taraftan hassas tarım uygulamaları farklı disiplinleri içermekle birlikte GNSS, CBS, İHA, uzaktan algılama gibi Harita Mühendisliği alanındaki pek çok uygulamayı içerisinde barındırmaktadır. Yeryüzünün fiziki ve coğrafi özelliklerini içeren farklı tematik harita uygulamaları mevcuttur ve toprak haritalama da bunlardan bir tanesidir. Arazide sonsuz sayıda noktada analizi yapma imkanı bulunmadığından yeterli sıklıkta yapılacak analizlerden sonuçlar üretilmektedir. Bu noktada modelleme teknikleri ve enterpolasyon yöntemleri kullanılmaktadır. Mevcut gözlemlerden en uygun modelin kurulması ve tahmin yönteminin seçilmesi son derece önemli bir konudur. Günümüzde özellikle gerçek zamanlı otomatik dümenleme, gübreleme, ilaçlama gibi çalışmalarda GNSS, CBS, uzaktan algılama teknikleri bir arada kullanılmaktadır. Günümüzde hassas tarım amaçlı farklı yazılım sistemleri geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu yazılım sistemleri sadece belirli verilerin tutulup bunların incelenmesiyle ilgili değildir. Aynı zamanda gelişen bu yazılım teknolojilerinin içerisinde harita mühendisliği uygulamalarının da olması gerekmektedir.

Gelişen bu teknolojik yazılımların gelecek ile ilgili konumsal analizler yapılabilmesi ve bu tahminlere göre sahada değişik uygulamaların geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Tabi yapılan bu konum tahminleri ise en uygun yöntemlerin kullanılması gerekmektedir.

Yapılan bu tez çalışmasında ise farklı konumsal tahmin yöntemleri kullanılarak hassas makineli tarım sistemleri için hangi yöntemin nerede nasıl kullanılacağı incelenmiştir. Bu kapsamda 4 konumsal tahmin yöntemi (En yakın komşuluk, Uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma, Yüzey trend analiz yöntemi, Nokta KRIGING Yöntemi) ve Yapay sinir ağları kullanılarak, hangi yöntemin nasıl kullanılacağı incelenmiştir.

Bu tez çalışması kapsamında 3 konumsal tahmin yöntemi (En yakın komşuluk, uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma, yüzey trend analiz yöntemi) için bir android uygulama geliştirilmiştir. Geliştirilen bu uygulama Excel ve/veya Surfer programında karşılaştırılmış ve GNSS + CBS entegrasyonu sağlanmıştır. Surfer programı kullanılan Nokta KRIGING yöntemi ile tahmin yapılmış, yapılan tahmin için 4 semi-variogram (küresel, üssel, gauss, lineer) modeli seçilmiştir. Seçilen semi-variogram modelleri ile yapılan tahminler sonucunda en iyi semi-variogram modelinin gauss ardından ise üssel

model geldiği görölmüştür. Matlab programı ise bize yapay sinir ağlarının konumsal tahmin için ne derece kullanılabilir olacağının araştırmasına olanak sağlamıştır.

Android, Surfer ve Matlab programlarında elde edilen sonuçlar incelendiğinde ise, her elementte (hatta her elementin farklı derinlik değerlerinde bile), elementin değerlerine bağlı olarak farklı yöntemlerin en iyi sonuç verdiği görölmüştür. Fakat bu yöntemler içerisinde en küçük standart sapmayı veren yöntemin seçilmesi durumunda ise ilk olarak yapay sinir ağları, sonrasında ise kriging yönteminin olduğu görölmüştür. Fakat diğer yöntemlerin standart sapmaları da dikkate alındığında (farkın çok olmamasından kaynaklı olarak) yapılacak olan tahmin işleminin hızlı olmasının istenmesi durumunda ise diğer yöntemlerin kullanılabilir düzeyde olduğu görölmüştür. Bu kapsamda tahmin işleminin optimal düzeyde en iyi sonuç verilmesi istenildiğinde ise elementlerin değerleri incelenerek o veri değerine en uygun yöntem seçilmeli ve seçilen yöntem hassas makineli tarım sistemleri için kullanılmalıdır.

Sonuç olarak, teknoloji çok hızlı bir şekilde gelişmekte, gelişen bu teknolojiye amaca uygun ek yerli ve milli GNSS + CBS entegrasyonu geliştirilmesinde ve tarımsal verimliliğin artırılmasında harita mühendisliğinin katkısının çok önemli olduğu açıktır.

KAYNAKLAR

- Akbulut, M, C., 2011, Regresyon Analizi, Ankara Üniversitesi, Ders Notu, 7.
- Arıkan, D., Yıldız, F., ve Makineci, B., 2020, Hava Lidarı Verilerine Uygulanan Farklı Enterpolasyon Yöntemlerinin SAM Doğruluğuna Etkisi, Konya Mühendislik Bilim Dergisi, C.9, S.2, Konya.
- Aydın, O., ve Çiçek İ., 2013, Ege Bölgesi'nde Yağışın Mekansal Dağılımı, Coğrafi Bilimler Dergisi, Sayı: 12(2), 101-120.
- Bachmaier, M., ve Backes, M., 2008, Variogram Or Semivariogram? Understanding The Variances In a Variogram, Precision Agric, 173- 175.
- Bardossy, A., 1998, Introdustion To Geostatistics, Stuttgart Üniversitesi, 29-38.
- Boogaart K.G., Van Den and Schaeben H., 2002, KRIGING Of Regionalaized Axes And Orientations And Axes, Mathematical Geology, 34-5:479-503.
- Çil, N., 2016, Ekonometri, İstanbul Üniversitesi Açık Ve Uzaktan Eğitim Fakültesi, Ders Notu, 259-260.
- Deutsch, C.V., ve Journel, A.G., 1992, Geostatistical Software Library And User's Guide, Oxford University Press, New York, 9-14.
- Ergen, M., 2019, What is Artificial Intelligence? Technical Considerations and Future Perception, Istanbul Teknik Üniversitesi, Anatol J Cardiol, İstanbul, 22, 5-7.
- Ertunç G., 2013, Kovaryans Eşlemeli Krigleme Yöntemi İle Kaynak Kestirimi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 16-27.
- Hameed, A., 2016, Robust Adaptive Learning Approach of Artificial Neural Networks, Selçuk Üniversitesi, Doktora Tezi, Konya, 39.
- Hota, N, R., 2014, Trend Surface Analysis of Spatial Data, Gond. Geol. Mag., V.29(1 and 2), 39-44.
- Journel, A.G. ve Huijbregts, CH.J., 1978, Mining Geostatistics, Blackburn Basın, Virginia Üniversitesi, San Diego.
- Kale M, M., 2018, Yeşilırmak Havzası Mekansal Yağış Dağılımına Ait Değişiminin Deterministik ve Stokastik Yöntemlerle Belirlenmesi, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, Sayı: 39(3), 263-276.
- Karataş, E., 2011, Yapay Sinir Ağları ile Yazılım Projesi Maliyet Tahmini, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 24.
- Kaymak, S., 2019, Prediction Of Dog-Leg Severity by Using Artificial Neural Network, Middle East Technical University, Yüksek Lisans Tezi, 7.

- Kazancı Z, S., ve Kayıkçı T, E., 2014, Konumsal Enterpolasyon Yöntemleri Uygulamada Optimum Parametre Seçimi: Doğu Karadeniz Bölgesi Günlük Ortalama Sıcaklık Verileri Örneği, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Kemaloğlu, S, A., ve Babacan E, K.,2019, Biyoistatistik, Ankara Üniversitesi, Ders Notu, Ankara,120-121.
- Khan, U., 2018, Short-Term Load Forecasting by Using Artificial Neural Networks, Bahçeşehir Üniversitesi, Master's Thesis, İstanbul, 12.
- Konuk, A., 2016, Coğrafi Bilgi Sistemleri İçin Temel İstatistik, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Konuk, A., ve Önder, S., 1999, Maden İstatistiği, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Köroğlu S., 2006, Farklı Enterpolasyon Yöntemlerinin Hacim Hesabına Etkisinin Araştırılması, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Krivoruchko, K., Gotway, C., and Zhigimont, A., 2003, Statistical tools for regional data analysis using GIS, GIS'03 Proceedings of the 11th Association for Computing Machinery (ACM) International Symposium on Advances in Geographic Information Systems, New Orleans (USA).
- Kubat C., 2012, Yapay Zeka Ve Mühendislik Uygulamaları, Sakarya Gelişim Ofis Matbaa Reklam San. Tic. Ltd. Şti., Sakarya, 569-570.
- Kuru, B., 2018, Lokal Jeoid Belirlemede Kullanılan Enterpolasyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar, 30-31.
- Lagadaparı, Y, S., 2015, Fast Semivariogram Computation Using Fpga Architectures, The University of Texas at Tyler, 18-21.
- Leblebici, O., 2013, Application Of Graph Neural Networks On Software Modeling, İzmir Institute of Technology, Master Of Science, İzmir, 4.
- LeMay, N, E., 1998, Variogram Modeling And Estimation, University of Colorado, Denver, 11-12.
- Mahdi, E., Abuzaid, A, H., ve Atta A, M, A., 2020, Empirical Variogram For Achieving The Best Valid Variogram, Communications For Statistical Applications And Methods, Sayı:27, 547-568.
- Mert, A, B., Dağ, A., ve Özdemir, C, A., 2016, KRIGING Tekniği ile Nokta Ve Alan Kestirim: Tenör Dağılımlarının Haritalanması Örneği, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Adana, 31(2), 453-465.

- Onaran, B., 2010, Forecasting Exchange Rates Using Arificial Neural Networks, İstanbul Bilgi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 9.
- Öztemel, E., 2006, Yapay Sinir Ağları, Papatya Yayıncılık, İstanbul, 8-9.
- Öztürk, K., ve Şahin, M., 2018, Yapay Sinir Ağları ve Yapay Zeka'ya Genel Bir Bakış, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Takvim-i Vekayi, Rize, Cilt:6, Sayfa:25-36.
- Topal, K., K., 2015, Genetik Algoritmaya Dayalı Yeni Bir Sağlam Korelasyon Katsayısı, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 3-4.
- Yaprak, S., ve Arslan, E., 2008, KRIGING Yöntemi ve Geoit Yüksekliklerinin Enterpolasyonu, Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, Sayı:98, 36-42.
- Yavuz, S., 2009, Regresyon Analizinde Doğrusala Dönüştürme Yöntemleri Ve Bir Uygulama, İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt:23, Sayı:1, Kahramanmaraş, 166.
- Yılmaz A., 2017, Yapay Zeka, KOBLAB Yayın Dağıtım Yazılım ve Eğitim Hizmetleri San. ve Tic. Ltd. Şti., İstanbul.
- Yiğit, Ö. C., 2003, Elipsoidale Yüksekliklerin Ortometrik Yüksekliğe Dönüşümünde Kullanılan Enterpolasyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 54.

İnternet Kaynakları

- URL1:"https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/804/mod_resource/content/2/Korelasyon%20Analizi.pdf", [Erişim Tarihi: 02.05.2021]
- URL2:"<https://ww4.ticaret.edu.tr/hav/wp-content/uploads/sites/111/2020/03/Basit-Regresyon.pdf>",[Erişim Tarihi:15.05.2021]
- URL3:"<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/analysis/geostatistical-analyst/understanding-a-semivariogram-the-range-sill-and-nugget.htm>",[Erişim Tarihi: 16.05.2021]
- URL4:"https://www.supergeotek.com/Spatial_Statistical_ENG_HTML/70.png", [Erişim Tarihi: 20.05.2021]
- URL5:"<https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/geo-2017-0050/html>", [Erişim Tarihi : 20.05.2021]
- URL6:"http://surferhelp.goldensoftware.com/vario/Modeling_the_Omni-Directional_Variogram.htm",[Erişim Tarihi : 25.05.2021]
- URL7:"http://www.gitta.info/SpatChangeAna/en/html/spatial_dist_an_TrendSurf.html", [Erişim Tarihi : 29.05.2021]

URL8:” <https://web.itu.edu.tr/kents/matlab.pdf>”, [Erişim Tarihi : 21.06.2021]

URL9:”http://www.ee.hacettepe.edu.tr/~solen/Matlab/Coskun%20Tasdemir'den/MATLAB_Nedir.pdf”, [Erişim Tarihi : 21.06.2021]

URL10:”<https://www.ensonhaber.com/ipucu/akil-ile-zeka-arasindaki-fark-nedir-2012-11-16#:~:text=Ak%C4%B1l%20yalanla%20ger%C3%A7e%C4%9Fi%2C%20do%C4%9Fru%20ile,yarg%C4%B1lama%20ve%20a%C3%A7%C4%B1klayarak%20%C3%A7%C3%B6zme%20yetene%C4%9Fidir.>”,
[Erişim Tarihi : 21.06.2021]

URL11:”https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ftwitter.com%2Fnimeterenlerglk%2Fstatus%2F1201482225088434176&psig=AOvVaw1v6G_2G4bqMZehsYuX0Tqk&ust=1635189416834000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjRxqFwoTCJDfoLfu4_MCFQAAAAAdAAAAABAD”,
[Erişim Tarihi : 25.06.2021]

URL12:”<http://volkanozturk.net/yapay-sinir-aglarinin-mimarisi-ve-yapi-elemanlari/>”,
Erişim Tarihi : 15.07.2021]