

Analysis Of Housing Rental Values With Artificial Neural Networks

Mahmut İBİŞ^{1*}, Hasan ERBAY²

¹Bilgisayar Mühendisliği/Mühendislik Fakültesi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, Türkiye

²Bilgisayar Mühendisliği/Mühendislik Fakültesi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, Türkiye

*Corresponding author: mahmutibis@rocketmail.com

⁺Speaker: mahmutibis@rocketmail.com

Abstract – Today, artificial intelligence, which has been used in all areas of life, has been used effectively in real estate housing market researches. Artificial intelligence, one of the techniques of artificial intelligence, inspired by the working principle of human brain cells, artificial neural networks, were used in residential rent return research. Artificial neural networks collect information about any problem and decide on the results obtained by classification. If he encounters a problem he has not encountered before, he solves complex problems by using the information he has learned before. By taking advantage of this advantageous aspect of artificial neural networks, factor data such as the distance to subway stations, parks and important street-streets are given to the system. Test data was applied to this system, which was trained to investigate the effects of a real estate residential location on residential rent. However, only input parameters have been given to the system at this stage. The results obtained after the study show that artificial neural networks are an effective method in the estimation of housing estates.

Keywords – Artificial intelligence, Artificial neural networks, Real estate, Estate housing , Predict rent

I. GİRİŞ

Yapay zeka, insanın yapabildiği tüm aktiviteleri robotlara ve makinelerle öğretmek bu aktiviteleri yerine getirmelerini hedefler. Bu yönüyle yapay zeka bir algoritmadır. Algoritma, belli bir problemi çözmek için ya da belirli bir amaca ulaşmak için geliştirilen düzenli işlem basamaklarıdır. Algoritmik açıdan bakıldığında istenilen yeteneklerin makinelerle kazandırılması düşüncesini ilk kez Alan Mathison Turing ortaya atmıştır [1]. Yapay zeka terimi ise McCulloch-Pitts tarafından 1956 yılında kullanılmıştır [2]. Problem karşısında insanın sinir sisteminin verdiği tepkiler karşısında çalışma yaparak yapay sinir ağlarının temelini oluşturmuştur. 1960'lı yıllarda MIT(Massachusetts Institute of Technology) yapay zeka alanında çalışmalar yaparak yapay sinir ağlarına katkıda bulunmuştur [3]. Bu alanda asıl patlama ise 1986 yılından sonra yaşanmıştır. Geoffrey Hinton yapay sinir ağlarının bir problem karşısında daha önceki tecrübelerini göz önünde bulundurarak hataları en aza indirgeyen bir algoritma (backpropagation) önermiştir [4]. 2000'li yıllara doğru artık yapılan çalışmalarda zamanla bilgisayar donanımlarının yetersiz kaldığı görülmüştür. Ancak, sonraki yıllarda grafik işlemci ünitesi ve donanımsal yeteneklerin gelişmesi ve yapay sinir ağlarında çok sayıda ara katmanlar kullanılması tekrardan yapay zekanın gelişmesine yardımcı olmuştur [5].

Yapay zeka alanındaki gelişmeler insan hayatına olumlu bir şekilde yansımaya başlamıştır. Dünyanın en kalabalık ülkesi olan Çin'de teknoloji devi Alibaba trafik yoğunluğunu azaltmak için yapay zekadan faydalanarak akıllı şehir uygulamasını geliştirmiştir. Söz konusu sistem (City Brain) [6] Çin'nin Hangzhou kentinde uygulanmaya başlanmış ve trafiği en sıkışık şehirler sıralamasında 52 basamak gerileyerek 57. sıraya gelmiştir. Günümüzde yapay zekadan siber ortamda da yararlanılmaya başlanmıştır. Bu alanda yapılan maliyetler arttıkça internet

korsanların da istahını arttırmaktadır, çünkü bilgiler artık dijital ortamdadır. Draper ve Art Jahnke Boston Üniversitesi'nde yaptıkları bir çalışma, bilgisayar korsanları herhangi bir sisteme sızmaya çalıştıklarında yapay zeka yardımıyla ağa sızmalarını zorlaştıracak bir araç geliştirmişlerdir [7]. Ürettikleri güvenlik aracı, internet korsanlarının sisteme ekledikleri kod bloğunu anında sistem yöneticisine rapor etmektedir.

Bu çalışma kapsamında Ankara ilinin Aydınliköyler mahallesinde bulunan bağımsız bölümlerin okullara, parklara, bulvarlara ve AVM'lere olan uzaklıklarını göz önüne alarak yapay sinir ağları yaklaşımıyla konut kira değerleri incelenmiş ve sonuçları karşılaştırılmıştır.

II. YAPAY SİNİR AĞLARI

Yapay sinir ağları herhangi bir problem karşısında bilgiler toplayıp ve sınıflandırma yaparak elde ettiği sonuçlarla karar verir. Daha önce karşılaşmadığı bir problemle karşılaşırsa önceden öğrendiği bilgilerden yararlanarak karmaşık problemleri çözmektedir.

Yapay sinir ağları, insan beynini örnek alarak karmaşık problemleri kendine has katman aralıklarından süzerek her biri kendi belleğine sahip işlem elemanlarından oluşan bilgi işleme yapılarıdır.

Yapay sinir ağları, bilgi saklama ve daha sonra karşılaşılabilecek problemleri çözmek için kendisine önceden verilen eğitim setlerinden yararlanır. Bu eğitim setlerini kendi ara katmanlarından süzerek çıkış parametreleri üretir.

A. Yapay Zeka Ağları Elemanları

Yapay sinir ağları insan sinir hücrelerinden esinlenerek benzer yapıya sahip olan sistemlerdir. İnsanlardaki biyolojik sinir hücrelerin barındırdığı nöronları, yapay sinir ağlarında yapay nöronlar olarak görülmektedir. Burada da yapay nöron

hücreleri aldıkları dış dünyadan gelen girdileri, bir takım katmanlardan geçerek çıktı olarak iletirler.

1. Girdiler

Yapay sinir ağlarında dış faktörlerden gelen veriler olarak adlandırılırlar. Ayrıca başka bir yapay nöronun diğer nörona geçen verilerde girdi olarak gelebilir. Girdi verileri işlenmek üzere merkezi bir çekirdeğe iletir.

2. Ağırlıklar

Yapay sinir ağlarındaki yapay nöron hücreler arasındaki ilişkinin bir sayısal değeridir. Bu sayısal değerler hücreler arasındaki ilişkinin ağırlık değeriyle çarpılarak hesaplanır. Bu değerler pozitif, negatif veya sıfır olabilir. Değeri sıfır olan girdi verilerin çıktılarında herhangi bir etkisi yoktur.

3. Toplama Fonksiyonu

Yapay nöronlara gelen girdi verileri ağırlıklarıyla çarpılarak her bir nöron hücrelerin girdi verisi hesaplanır.

4. Aktivasyon Fonksiyonu

Yapay sinir ağlarında toplama fonksiyonlarından elde edilen yapay nöron hücre çıktısını oluşturmak için aktivasyon fonksiyonlarına iletir. Aktivasyon fonksiyonları lineer olmayan bir bağlantıdır ve bu özelliğini yapay sinir ağlarından alır çünkü yapay sinir ağları doğrusal olmama yapısından kaynaklanmaktadır. Aktivasyon fonksiyonlarının lineer bir yapıya sahip olması daha dar bir pencerede fonksiyonları modellemek anlamına gelir. Bu yapıya sahip bir yapay sinir ağları günümüze kadar geçirdiği evrim basamaklarına gelemeyeceği anlamına gelir. Aktivasyon fonksiyonu seçilirken türevi kolay hesaplanabilecek bir metot seçilmelidir.

Sigmoid aktivasyon fonksiyonu doğrusal olmadığı için en sık kullanılan fonksiyondur. Yapay sinir ağlarının da doğrusal olmayan bir yapıya sahip olması nedeniyle karşımıza çıkan problemlerde çokça kullanılır. Girdi değerlerine karşılık çıktı değerleri sıfır ile bir arasında değerler üretir.

5. Çıktılar

Aktivasyon fonksiyonlarından elde edilen değerler yapay nöronların çıktı değeri olarak adlandırılmaktadır. Elde edilen bu değerler dış etkenlere ya çıktı olarak verilir ya da tekrardan başka bir yapay nörona girdi olarak verilebilir.

B. Yapay Sinir Ağları Yapısı

Yapay sinir nöronlarının birbirleriyle ilişki kurması sonucu yapay bir ağ yapısı oluşur. Böylece yapay sinir ağları üç katmandan oluşur.

1. Giriş Katmanı

Dış etkenlerden gelen girdi verilerin ilk geldiği katmandır. Her bir girdi verisine karşılık birer yapay nöron karşılık gelir. Girdi verileri bu katmandan gizli katmana doğru iletir.

2. Gizli Katman

Girdi katmanından iletilen girdi verileri gizli katmana iletir. Bu katmanda veriler işlenerek bir sonraki katmana iletir.

3. Çıkış Katmanı

Gizli katmandan iletilen verileri çıkış parametresi olarak iletir. Bu katmanda yapay çıkış hücreleri birden fazla olabilir. Bu durumda her bir yapay hücrenin sadece bir çıktı parametresi olur.

C. Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması

1. İleri Beslemeli

Yapay sinir nöronları, girdi parametresi olarak gelen verileri giriş katmanı ve gizli katmana daha sonra ise çıkış katmanına iletir. İleri beslemeli yapay sinir ağları düzenli bir katmana sahiptir.

2. Geri Beslemeli

Bir yapay nöronun çıktısı bir sonraki katmana giriş parametresi olarak verilmeyebilir. Bir önceki katmana tekrardan girdi verisi olarak gönderilebilir.

3. Danışmanlı Öğrenme

Yapay sinir ağlarında yapı daha önceden bir takım verilerle eğitilir. Giriş parametresine karşılık çıkış parametreleri sisteme verilerek öğrenilmesi sağlanır. Daha sonra başka bir eğitim seti verilerek bunlara karşılık üretilen çıkış verileri karşılaştırılarak sistemin doğruluğu tespit edilir.

4. Danışmansız Öğrenme

Danışmanlı öğrenme algoritmasından farkı girdi parametrelerine karşılık çıkış parametreleri verilmez. Sistem sahip olduğu giriş verilerine karşılık çıkış verileri üretir.

5. Pekiştirmeli Öğrenme

Sisteme giriş verileri verilerek uzman tarafından sonuçların değerlendirilmesi sağlanır. Daha sonra yapay sinir nöronların ağırlıkları güncellenir.

D. Konut Kirayı Etkileyen Faktörler

Yatırım dendiği zaman akla ilk gelen hususlardan biri gayrimenkul satın almaktır. Dünyanın her yerinde olduğu gibi ülkemizde de gayrimenkul fiyatı belirlenmesinde birçok bilgi ve istatistik ihtiyacı olduğu gerçeği ortadadır [8].

Bir gayrimenkul değerini etkileyen en önemli faktör bulunduğu muhittir. Tabii ki bu muhitin önemini merkeze olan uzaklığı, önemli ulaşım yollarına yakınlığı, park, AVM vb. faktörler doğrudan etkiler. Ama bir gayrimenkul değerini sadece bu faktörlere bağlamakta çok sağlıklı olmaz. O dönemin piyasa koşulları, ekonomik seviyesi ve tüm riskler göz önüne alınarak daha verimli ve kullanılabilir değer belirlemek son derece önemlidir.

Bu alanda yapılan bir anket çalışmasında gayrimenkul değerini; konutun bulunduğu kat, asansör, oda sayısı, banyo sayısı, kaloriferli ısıtma sistemi, eğitim kurumlarına uzaklık,

sağlık kuruluşlarına ve şehir merkezine yakınlık arasında doğrudan bir ilişki olduğunu vurgulamıştır [9].

Ayrıca, Gayrimenkul değeri ile bu değeri etkileyen faktörleri arasında anlamlı bir bağ kurup tahmin edilmesinde yapay sinir ağları 1990'lı yıllardan bu yana kullanılmaktadır. Bu alanda ilk çalışmayı Borst(1991) yapmış daha sonra ise 1993'te Evans, 1995'te Worzala ve 1996'da ise McCluskey yapmıştır [10].

E. Yapay Sinir Ağları ile Konut Analizi

Veri tabanında bulunan text tipinde ve açık adresleri bilinen Aydınlikevler mahallesindeki konutların google harita üzerinde göstermek üzere google api kullanılmıştır.

Tüm konutlar harita üzerinde marker olarak işaretlemek için html tag'a aşağıdaki parametreler gönderilmiştir.

ApiKey: Google sitesinden ücretsiz olarak alınır.

acikAdres: Veritabanında bulunan text tipindeki konutların açık adresleridir.

Gayrimenkul konutların avm'ye, parka, okullara ve önemli bulvar-caddelere uzaklıklarını hesaplamak için aşağıdaki parametreler kullanılmıştır.

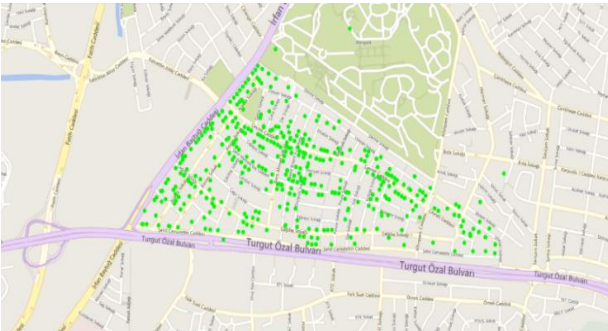
&origin : Başlangıç noktası olarak kullanılan parametredir. Her bir konutların açık adresi bu parametreye atanmıştır.

&destination : Hedef noktasıdır. Haritada belirlenen avm, okul, park ve bulvarların açık adresidir.

Adres verilerinden yola çıkılarak bulunan her bir konutun geometrik verilerini harita üzerinde marker olarak işaretlemek için aşağıdaki teknolojiler kullanılmıştır.

- **Openlayers :** Harita kütüphanesidir. Bu uygulama konutları haritada işaretlemek için ve layer oluşturmak için kullanılmıştır
- **Geoserver:** Harita sunucusudur. Konutların layer'ı create edilmiştir ve localhost'ta yayınlanmıştır.

Aydınlikevler Mahallesi konut yerleşimi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 1. Aydınlikevler konut yerleşimi

Yukarıda gösterilen konutların parklara, okullara, AVM'ye ve önemli cadde-bulvarlara olan uzaklığını belirten 800 eğitim verilerinin girdi parametrelerinin 10 tanesi şekil-2'de

gösterilmiştir. Eğitim verileri, SQL Server veritabanında 1NF normalize edilmiştir. Eğitim verilerinin sonuç parametreleri ise Şekil-3'teki "kira" kolonunda gösterilmiştir.

Id	Avm	Bulvar	Park	Okul
1	75	10	6	3
2	73	8	5	2
3	73	15	11	10
4	63	15	10	5
5	75	8	4	1
6	75	10	6	3
7	69	11	8	12
8	73	8	5	2
9	74	8	5	5
10	73	15	11	10

Şekil 2. Normalize edilen mesafeler

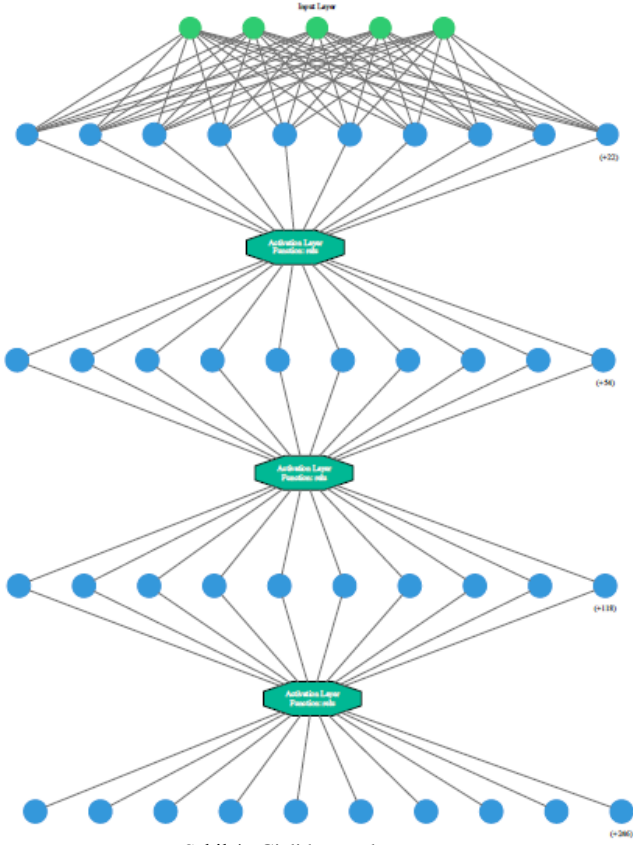
Id	Mahalle	Sokak	Tür	Kira (TL)
1	Aydınlikevler	Gökyüzü	Konut	320
2	Aydınlikevler	Gökyüzü	Konut	320
3	Aydınlikevler	Eğilmez	Konut	518
4	Aydınlikevler	Eğilmez	Konut	518
5	Aydınlikevler	Eğilmez	Konut	515
6	Aydınlikevler	Eğilmez	Konut	487
7	Aydınlikevler	Şehit Cemalettin	Konut	450
8	Aydınlikevler	Şehit Cemalettin	Konut	300
9	Aydınlikevler	Uzayan	Konut	725
10	Aydınlikevler	Uzayan	Konut	805

Şekil 3. Girdi verisi sonuç parametresi

800 adet eğitim verileri "Numpy" kütüphanesi ile dataset parametresine import edilmiştir. Aşağıdaki işlem basamakları takip edilerek sistem eğitilmiştir.

- model.add(Dense()) ile 4 gizli katman oluşturulmuştur.
- model.add(Activation('sigmoid')) ile Sigmoid aktivasyon fonksiyonu belirlenmiştir.
- Model.fit() ile sistem eğitim verileri ile eğitilmiştir.

Sistemde oluşturulan 4 gizli katman şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Gizli katmanlar

Sitemin eğitilme süreç basamaklarına ilişkin epoch şekil 5'te gösterilmiştir.

Epoch	Loss	Acc	Val_loss	Val_acc
50/55	0.1126	0.9375	0.3137	0.7885
51/55	0.2281	0.8438	0.3073	0.7885
52/55	0.3880	0.7812	0.2981	0.7788
53/55	0.5199	0.8438	0.3160	0.7885
54/55	0.1413	0.9375	0.3624	0.7885
55/55	0.4018	0.7812	0.2874	0.8173
Accuracy Score			0.8562	

Şekil 5. Epoch

Sistemdeki 800 adet eğitim verisinin ağırlıkları 55 kere(epoch) güncellenmiştir. Sistem her bir epoch seviyesinde tüm dataseti tekrardan gözden geçirerek öğrenme sürecini %85.62 doğruluk payı ile tamamlamıştır.

Eğitim sürecinden test aşamasına geçen sisteme test verileri import edilir. Ancak burada sisteme sadece test verilerinin girdi parametreleri verilerek sonuç parametresini tahmin etmesi beklenir.

500 adet test verilerinin girdi parametreleri şekil 6'da gösterilmiştir.

Id	Avm	Bulvar	Park	Okul
1	71	1	7	6
2	75	13	10	6
3	65	8	8	6
4	65	15	11	1
5	75	10	6	3
6	71	1	7	6
7	74	8	5	5
8	73	15	11	10
9	74	7	9	4
10	73	8	5	2

Şekil 6. Test verileri girdi parametreleri

Eğitim sürecini %85.62 doğruluk oranı ile tamamlayan sistem, test verilerini ise şekil 7'de gösterilen %84 doğruluk ile tahmin etmiştir.

Toplam	Doğru	Yanlış	Başarı Yüzdesi
500	421	79	84

Şekil 7. Modelin gerçeklik değeri

Yukarıda 500 gayrimenkul konut incelenmesinde %84 başarı yüzdesine ulaşıldığı görülmektedir.

Numara	Precision	Recall	F1-score	Support
1.0	0.98	0.89	0.93	56
2.0	0.91	0.93	0.92	212
3.0	0.88	0.84	0.86	161
4.0	0.49	0.91	0.63	43
5.0	0.0	0.0	0.0	18
6.0	0.0	0.0	0.0	4
7.0	0.0	0.0	0.0	6

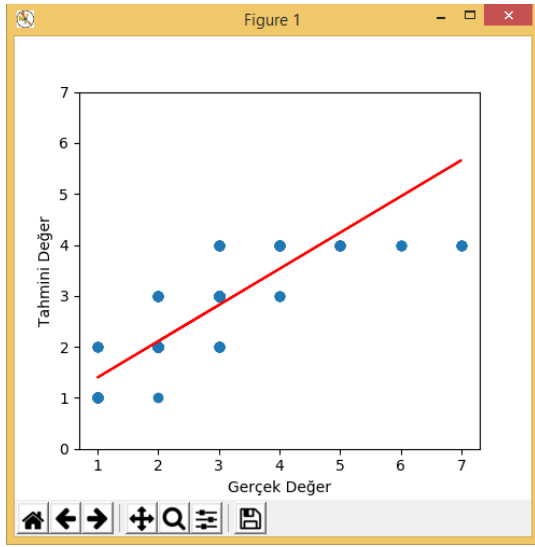
Şekil 8. Confusion matrix

Aydınlıkevler mahallesindeki gayrimenkul kira değerleri 0-300TL, 300-600TL, 600-900TL, 900-1200TL, 1200-1500 TL, 1500-1800 TL, 1800-2100 TL olmak üzere 7 parçaya ayrılmıştır. Bu parçalara sırasıyla 1'den 7'ye kadar sayı verilmiştir. Şekil 8 analizi şu şekilde yorumlanmıştır.

- 1.0 ; 1 aralığına denk gelmekle birlikte kira değeri 0-300 TL aralığında 56 tane konutu %98 doğruluk payı ile tahmin etmiştir.
- 2.0 ; 2 aralığına denk gelmekle birlikte 300-600 TL aralığında 212 konutu %91 doğruluk payı ile tahmin etmiştir.
- 3.0 ; 3 aralığına denk gelmekle birlikte 600-900 TL aralığında 161 konutu %88 doğruluk payı ile tahmin etmiştir.
- 4.0 ; 4 aralığına denk gelmekle birlikte 900-1200 TL aralığında 43 konutu %49 doğruluk payı ile tahmin etmiştir.

- 5.0 ; 5 aralığına denk gelmekle birlikte 1200-1500 TL aralığında 18 konutu %0 doğruluk payı ile tahmin etmiştir.
- 6.0 ; 6 aralığına denk gelmekle birlikte 1500-1800 TL aralığında 4 konutu %0 doğruluk payı ile tahmin etmiştir.
- 7.0 ; 7 aralığına denk gelmekle birlikte 1800-2100 TL aralığında 6 konutu %0 doğruluk payı ile tahmin etmiştir.

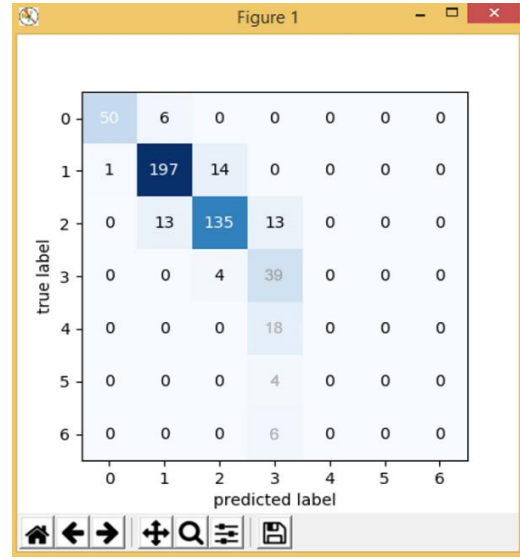
Şekil 9'da yatay eksen gayrimenkulün gerçek kira değerleridir. Dikey eksen ise gerçek kira değerine karşılık gelen tahmini değerdir. Her bir gayrimenkul nokta ile tanımlanmıştır.



Şekil 9. Scatter ve lineer regresyon

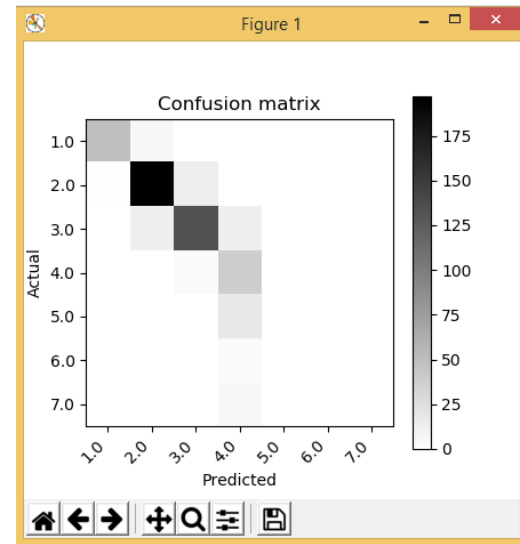
Yukarıda gerçek değeri 1(bir) ve tahmini değeri 1(bir) olan scatter grafiği, şekil-8 Confusion matrix şeması göz önüne alındığında bu aralıkta 56 tane gayrimenkul bulunduğu anlaşılabilir. Bu gayrimenkul kira değerleri doğruluk oranı (precision) ise %98 olarak ölçülmektedir. Fakat gerçek değeri 7(yedi) tahmini değeri 4 olarak tahmin edilen 6 tane gayrimenkulün kira değerini yanlış hesaplanmış ve Confusion Matrix şemasında %0 doğruluk (precision) oranı görülmüştür.

Aşağıdaki şekilde ağırlıklı confusion matrix gösterilmektedir.



Şekil 10. Confusion matrix

Her bir ağırlıklı confusion matrix'e karşılık gelen renklerle ağırlaştırılmış confusion matrix şekil 11'de gösterilmiştir.



Şekil 11. Renk ile ağırlaştırılmış Confusion matrix

III. SONUÇLAR

Bu çalışmada, konutların kira değerlerini belirleyen faktörler yapay sinir ağları yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Konut kiralarn belirlenmesinde konutların konumları ve sosyal avantajları ele alınmakla birlikte yapay sinir ağlarına eğitim verileri öğretildikten sonra test verilerini başarılı bir şekilde tahmin ettiği görülmüştür.

IV. DISCUSSION

Yapay zeka insan hayatını kolaylaştırmak için gelişme göstermektedir. Özellikle tıp alanında insan gözüyle tespit edilemeyen ve tedavi edilemeyen hücreleri Gladstone Enstitülerinde araştırmacı olan Steven Finkbeiner liderliğinde gerçekleştirilen ve yazılım mühendislerinde bulunduğu çalışmada makineleri eğitmişlerdir. Bu sayede insan performansını aşan bulgular elde ederek yeni keşif alanları açmışlardır[11]. Böylece yapay zeka sayesinde tarafsız olarak çok kısa süreler içerisinde problemler tespit edilir ve çözüm sonuçlarıyla ortaya konulur. Birden fazla parametreye bağlı olan bu çalışmada insan gözünden kaçma ihtimali çok yüksek olan hesaplamalarda yapay zeka, çok aşamalı işlem basamaklarını bir kaç saniyede gerçekleştirerek en doğru sonuçları görmemizi sağlamıştır. Bu çalışma sonucunda da doğru bir planlamayla bu teknolojiden doğrudan insanlar da faydalanabilir. Ünlü nörobiyolog Terrence Sejnowski'ye göre insanlar da yapay zeka sayesinde daha zeki olacağını söylemektedir[12]. Ancak bu düşünceye Prof.Dr.Stephan Hawking, Apple kurucularından Steve Wozniak gibi bilim insanları daha tedirgin yaklaşmaktadır[13].

V. SONUÇ

İnsanların kısıtlı kabiliyetleri ve belli bir aşamadan sonrasını kestirememeleri önemli problem oluşturmaktadır. Bu aşamada bazı hesaplamaların, uygulamaların ve problemlerin teşhis ve çözümünde yapay sinir ağları teknolojisine başvurulması tüm bu olasılıklara yeni bir çözüm sunmaktadır.

REFERANSLAR

- [1] (tarih yok). <http://blog.itunovatto.com.tr/bilim-insanlari-hucreleri-yapay-zeka-kullanarak-gozlemlemeye-basladi/> adresinden alınmıştır
- [2] (2015). <https://t24.com.tr/haber/bilim-insanlarindan-yapay-zeka-uyarisi,304344> adresinden alınmıştır
- [3] Ağacı, E. (2011). <https://evrimagaci.org/katledilmis-deha-bilgisayar-ve-yapay-zekanin-fikir-babasi-alan-turing-27> adresinden alınmıştır
- [4] Daşkiran, F. (2015). Denizli Kentinde Konut Talebine Etki Eden Faktörlerin Hedonik Fiyatlandırma. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi.
- [5] Gotesman, R. (2018). <https://towardsdatascience.com/learning-backpropagation-from-geoffrey-hinton-619027613f0> adresinden alınmıştır.
- [6] Jahnke, A. (2019). Boston University. adresinden alınmıştır.
- [7] Kızrak, A. (2018). <https://medium.com/deep-learning-turkiye/yapay-zekaya-ba%C5%9Flama-rehberi-91e79d3de8e1>.
<https://medium.com/deep-learning-turkiye/yapay-zekaya-ba%C5%9Flama-rehberi-91e79d3de8e1> adresinden alınmıştır.
- [8] McCulloch, & Pitts. (1943). *A logical calculus of the ideas immanent* (s. 115–133).
- [9] Rossini. (2002). A Comparison Of Models Measuring The Implicit Price Effect Of Aircraft Noise. 8th Pacific Rim Real Estate Society Conference Christchurch, New Zealand.
- [10] Schmidhuber, J. (2015). Deep learning in neural networks. *Neural Networks* (s. 85–117).
- [11] Tatoğlu. (2008). Gayrimenkul Değerlemesi ve Eryaman.
- [12] Yıldız, Y. (2019). <https://www.haberturk.com/trafik-sorununa-cozumu-yapay-zeka-buldu-2338954-ekonomiadresindenal%C4%B1nd%C4%B1> adresinden alınmıştır.
- [13] Zehir, E. Ö. (tarih yok). <https://www.webteknoloji.com/yapay-zeka-sayesinde-gelecekte-daha-zeki-olacagiz-h55907.html> adresinden alınmıştır.