

## Osteoporoz Ön Tanısının Olasılıksal Sinir Ağları (OSA) Yardımla Gerçekleştirilmesi

Yasemin ALAKOÇ<sup>1</sup>, Volkan AKDOĞAN<sup>2</sup>, Murat KORKMAZ<sup>3</sup>, Orhan ER<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Yozgat Bozok Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği, 66200, Yozgat, Türkiye;  
yaseminalakoc@hotmail.com

<sup>2</sup>Yozgat Bozok Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği, 66200, Yozgat, Türkiye;  
volkan.akdogan@bozok.edu.tr

<sup>3</sup>Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi Bölümü, 66200, Yozgat, Türkiye;  
murat.korkmaz@bozok.edu.tr

<sup>4</sup>Corresponding Author; Yozgat Bozok Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği, 66200 Yozgat, Türkiye;  
orhaner2009@gmail.com; +90 354 242 10 01

Received 12 December 2018; Accepted 18 December 2017; Published online 18 December 2018

### Özet

Osteoporoz, vücudumuzdaki kemiklerin sertliklerinin azalması, kalitelerinin bozulması sonucunda daha zayıf ve kırılabilir hale gelmeleri ile ortaya çıkan ve tüm iskeletimizi etkileyen sistemik bir hastalıktır. Bu çalışmada, bir iskelet hastalığı olan osteoporozun ön tanısında kullanılan X-ray absorpsiyometri (DEXA) testinin radyasyon dezavantajı sebebiyle, buna alternatif ve yapay zeka tabanlı, doğruluk değeri yüksek bir karar destek sistemi oluşturmak amaçlanmıştır. Gerçekleştirilecek sistem bir ön tanı yöntemi olarak kullanılacaktır. Bunun için, 70 hastadan alınan belirli parametrelerden oluşturulan veri seti yardımı ile tasarlanan olasılıksal sinir ağı (OSA) kullanılmıştır. Elde edilen başarı oranı ile Yapay sinir ağlarının osteoporoz hastalığının teşhisinde karar destek sistemi olarak kullanılabileceği görülmüştür. Bu çalışma sayesinde bu hastalığın şüphesi ile ilgili birime gelecek tüm hastalara DEXA testinin uygulanma olasılığı aza indirgenmiş olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Osteoporozun Tanısı; Olasılıksal Sinir Ağları; Karar Destek Sistemleri

### Abstract

Osteoporosis is a skeletal disorder characterized by low bone density and micro-architectural deterioration of bony tissue. Dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA) uses x-ray beams at two photon energies to estimate bone mineral density (BMD). This method has been applied extensively to detect osteoporosis. Due to the radiation disadvantage of the DEXA test, alternatively, an artificial intelligence-based decision support system was aimed. The system to be performed will be used as a preliminary diagnosis method for osteoporosis. For this, the probabilistic neural network (PNN) was used from 70 patient's specific parameters. It has been observed that artificial neural networks can be used as a decision support system in the diagnosis of osteoporosis. Thanks to this study, the probability of the application of the DEXA test will be reduced to a minimum for all the patients who are suspected of having this disease.

**Keywords:** Diagnosis of Osteoporosis; Probabilistic Neural Networks; Decision Support Systems

### 1. Giriş

Osteoporoz; kemik mineral yoğunluğu ve kemik gücünde azalma, kemik kırılabilirliği ve kırık riskinde artma, kemik dokusunun mikro-mimarisinde bozulmayla karakterize metabolik kemik hastalığıdır. Osteoporoz yaşla birlikte sıklığı artan, morbidite ve mortaliteye neden olan önemli bir halk sağlığı sorunudur (Alkan, 2011; Gül, 2012).

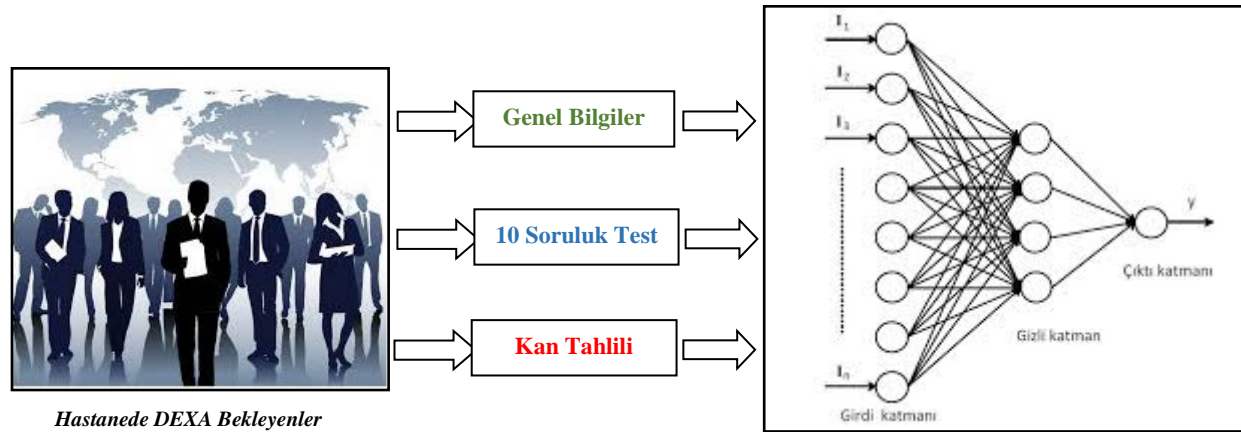
Tüm dünyada yaşam beklentisi yükselmekte ve yaşlı insan sayısı artmaktadır. Dünya nüfusunun yaklaşık üç yüz yirmi milyonunu oluşturan 65 yaş ve üzeri kişi sayısının 2050 yılında bin beş yüz milyona ulaşacağı beklenmektedir (World Health Organization, 1994; Boonen, 1997; Pınar, 2009).

Osteoporoz tanı ve takibinde kullanılan dual enerji X-ray absorpsiyometri (DEXA), kemik mineral yoğunluğunu belirlemede doğruluğu kanıtlanmış, yaygın kullanılan, duyarlılığı yüksek ve girişimsel olmayan bir yöntemdir (Çelik, 2009; Baim 2008; Aslan 2012).

DEXA cihazı hastanın kemiği içinden geçen, iki ayrı enerji piki şeklinde olan ince ve görünmez düşük doz x-ışını demeti gönderir. Piklerden biri yumuşak dokular, diğeri ise kemik tarafından emilir. Yumuşak dokular tarafından emilen miktar total miktardan çıkarılır ve geriye kalan kemik mineral yoğunluğunu verir. Tüm aygıtlar elde edilen bu verileri işleyen ve bilgisayar monitöründe görülebilir hale getiren yazılım programları içerir. Böylelikle kesin ve doğru tanı konulması sağlanırken hasta olunmaması durumunda az da olsa x-ışınına maruz kalınır.

Yapay sinir ağları (YSA), insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacı ile geliştirilen bilgisayar sistemleridir. Bu yetenekleri geleneksel programlama yöntemleri ile gerçekleştirmek oldukça zordur veya mümkün değildir. Bu nedenle, yapay sinir ağlarının, programlanması çok zor olan veya mümkün olmayan olaylar için geliştirilmiş adaptif bilgi işleme ile ilgilenen bir bilgisayar bilim dalı olduğu söylenebilir (Er, 2015).

Osteoporozun teşhisi için yapılmış çalışmalar olmakla birlikte bu çalışmalar genellikle hastalığın radyolojik ya da morfolojik teşhisi konularına yöneliktir (Ulivieri, 2018; Lee, 2018; Agnaldo, 2018). Osteoporozun teşhisinde olasılıksal yapay sinir ağlarının kullanılması ile geliştirilen herhangi bir çalışma bulunmaması çalışmanın özgün yanı olarak vurgulanabilmektedir. Bu amaç için oluşturulan sistem Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Yapay zeka tabanlı Osteoporoz hastalığı ön tanısı için tasarlanan sistem.

Olasılıksal yapay sinir ağları ile osteoporozun teşhisi üzerine odaklanan bu çalışmanın sonucunda elde edilen veriler ışığında hastalık ön tanısı konulmayan bireylere DEXA testinin uygulanmaması için ön tanı sistemi oluşturulmuştur. Dolayısıyla bu çalışma ile hastalık teşhisinde doktorlar için yardımcı olabilecek, makine öğrenmesi tabanlı bir karar destek sistemi sağlanması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Veri Seti

Bu çalışmada, Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi anabilim dalında tedavi için gelmiş 80 bireyden alınan bilgiler ile bir veri seti oluşturulmuştur. Bu veri setinin 49 tanesi Osteoporoz 31 tanesi normal olan kişilerden elde edilen verilerden oluşmaktadır.

Veri setindeki temel amaç, sağlıklı kişilere DEXA testinin yapılmasını önlemek ve sağlıklı kişileri Osteoporoz hastası olanlardan ayırabilmektir.

Bu veri seti ölçümleri 80 örnekten oluşmakta olup her bir örnek 23 belirleyici özellik ve 1 çıkış (Osteoporoz var mı yok mu bilgisi) içermektedir. Bu belirleyici özellikler aşağıdaki görüldüğü gibi sıralanmıştır.

**A- Genel Bilgiler**

1. Yaş
2. Cinsiyet
3. Menopoz olma durumu
4. Gebelik sayısı
5. Ailede osteoporoz

**B- 10 Soruluk Test**

6. Aile bireylerinizden herhangi birinde hafif bir çarpma veya düşme sonrası kalça kırığı meydana geldi mi? (Evet- Hayır)
7. Herhangi bir kemiğinizde hafif bir çarpma veya düşme sonrası kırık meydana geldi mi? (Evet- Hayır)
8. Üç aydan uzun süre kortikosteroid (kortizon, prednizon vb.) kullandınız mı? (Evet- Hayır)
9. Üç santimetreden fazla boyda kısalmanız oldu mu? (Evet- Hayır)
10. Düzenli olarak alkol (günde 2 kadehten fazla) alırsınız mı? (Evet- Hayır)
11. Günde 20 adetten fazla sigara içer misiniz? (Evet- Hayır)
12. Sık sık diyare olur musunuz? (Evet- Hayır)

Kadınlar için

13. 45 yaşından önce mi menopoza girdiniz? (Evet- Hayır)
14. Gebelik veya menopoz dışındaki nedenlerle adetinizin 12 ay veya daha uzun süre aksadığı oldu mu? (Evet- Hayır)

Erkekler için

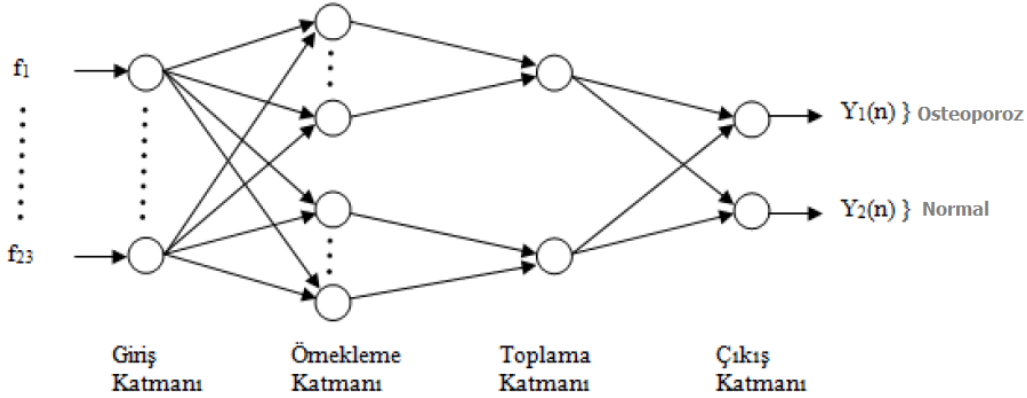
15. Testosteron seviyesinde azalmaya bağlı impotans veya libido kaybınız oldu mu? (Evet- Hayır)

**C- Kan Testi**

16. Calcium
17. Phosphor
18. Alkalin Fosfataz
19. D Vitamini
20. Parathormon
21. TSH
22. Östrojen
23. Testesteron

## 2.2. Olasılıksal Sinir Ağı (OSA) ile Osteoporoz Hastalığının Teşhis Edilmesi

Olasılıksal sinir ağı (OSA), Donald Specht tarafından geliştirilen olasılık yoğunluk tahmininin (probability density estimation-PDF) bir ağ formülasyonudur (Specht, 1990). “Kazanan hepsini alır” mantığına dayalı rekabetçi öğrenme üzerine kurulu bir modeldir. İstatistik bilimi tarafından Bayesian sınıflandırıcısı olarak adlandırılan bir yaklaşım kullanarak sınıflandırma problemleri için genel bir çözüm sağlar. OSA ağında genellikle, Bayes teorisinde gerekli olan “Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu” yapısını geliştiren Parzen Yaklaşımı (Parzen Estimation) kullanılır. Bu ağın genel yapısı Şekil 2’de görüldüğü gibidir.



Şekil 2. OSA Yapısı.

Görüldüğü gibi bu çalışmada giriş, örnekleme, toplama ve çıkış katmanlarını içeren OSA ağ yapısı kullanılmıştır (Specht, 1990; Gulbag, 2007; Temurtas, 2009; Er, 2009). Giriş katmanı herhangi bir hesaplama yapmayı, sadece tüm örneklerin giriş değerlerini sonraki katmana dağıtmaktadır. Örnekleme katmanındaki tüm nöronlar, eş zamanlı olarak veri setinden gelen 23 boyutlu gerçek giriş değerlerini alır. Radyal temelli ağırlık fonksiyonları bu katmanda bulunmaktadır. Kullanılan bütün radyal temelli ağırlık fonksiyonları aynı tiptedir (Gaussian). Ağın çıkışı olarak da Osteoporoz teşhisi olup olmadığı bilgisine ulaşılabacaktır.

### 2.3. Performans Değerlendirmesi

Sınıflandırma doğruluğu için kullanılan denklemler (1) ve (2) de verildiği gibidir.

$$\text{Sınıflandırma\_Doğruluğu}(N) = \frac{\sum_{i=1}^{|N|} \text{Değerlendirme}(n_i)}{|N|}, \quad n_i \in N \quad (1)$$

$$\text{Değerlendirme}(n) = \begin{cases} 1 & \text{Eğer Sınıflama}(n) = nc \\ 0 & \text{Diğer\_Durumlar} \end{cases} \quad (2)$$

Burada; N, sınıflandırılan veri öğeleri setini (test set),  $n \in N$ ,  $nc$ 'de  $n$  değerinin sınıfını ve Sınıflama( $n$ ) de  $n$ 'nin ağ tarafından belirlenen sınıflandırma sonucunu temsil etmektedir.

Bu çalışma içerisinde OSA ağının doğruluğunu hesaplamak amacıyla, 3 katlı çapraz doğrulama (3-fold cross-validation) tekniği kullanılmıştır. k-kat çapraz doğrulama tekniğinde, tüm veri seti rastgele bir birini dışlayan farklı ve hemen hemen eşit büyüklükteki k kadar alt kümeye ayrılır. Sınıflandırma algoritması k-kez eğitilir ve test edilir. Her defasında kümelere biri test verisi olarak alınır ve geri kalan küme verileri eğitim için kullanılır. Böylece, her eğitim-test yapılandırması için k-farklı test sonucu elde edilir (Delen, 2005).

### 3. Sonuçlar

Bu çalışmada OSA yapısı iki kısımda uygulanmıştır. Birinci aşamada, TV (traditional validation) yöntemi ile veri setinin %70'lik kısmı eğitim için ayrılmış geri kalan %30'luk kısmı da test verileri olarak seçilmiştir. İkinci aşamada ise, TV yöntemi yerine, 3 katlı çapraz doğrulama tekniği kullanılmıştır. Bu tekniğin kullanılmasıyla veri seti el ile eğitim ve test olmak üzere iki ayrı kısma ayrılmamıştır. Çünkü 3 katlı çapraz doğrulama tekniği bu işlemin programsal olarak yapılmasını sağlamaktadır. Ayrıca, ağın düzeltme faktörü de uygun olan aralıklar içinde programsal olarak rastgele tek tek (Random Search Method-RSM) taranmıştır.

Bu çalışma neticesinde Osteoporoz hastalığının teşhisi için kullanılan olasılıksal sinir ağının test seti neticesinde elde edilen sınıflandırma doğruluk oranları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Tasarlanan sistem için kullanılan OSA ağının osteoporoz teşhiste elde edilen doğruluk oranları.

<i>Bu Çalışmanın Test Sonuçları</i>				
<i>Test Veri Setleri</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Ortalama (%)</b>
<b>OSA Doğruluk Oranı (3-Kat Çaprazlama)</b>	% 88,89	%81,48	%92,59	<b>87,65</b>
<b>OSA Doğruluk Oranı (Traditional Validation-TV)</b>	% 85,19			<b>85,19</b>

Tablo 1’e bakıldığında, 3 katlı çapraz doğrulama tekniğini ve rasgele arama yöntemini kullandığımız OSA ağ yapısının şu ana kadarki benzer çalışmalar da göz önüne alındığında en iyi sınıflandırma doğruluk oranlarına ulaştığı açıkça görülmüştür. Bu çalışmada da elde edilen %87,65 doğruluk oranı da kurulan sistemin kabul edilebilir bir doğruluk oranı ile kullanılabileceğini göstermektedir. Bu sistem için kullanılan veri seti sistemin başarılı bir şekilde kullanılabilmesi sonucunu doğurmakta olup, başarı oranının yükseltilmesi için eğitim ve test veri setlerinin daha fazla spesifik hasta verileri ile zenginleştirilmesi gerektiği kanaatine varılmıştır.

Sonuç olarak bu çalışma ile elde edilen yapı, Osteoporoz hastalığının ön tanısı için bir karar destek sistemi sağlayabilmesi açısından, doktorlara kendi kararlarında yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

#### 4. Tartışma ve Öneriler

Ülkemizde, Osteoporozun teşhisi konusunda bir karar destek sistemi oluşturmak için yeterli çalışmanın bulunmadığı görülmüştür. Ayrıca bu sistemlerin geliştirilmesi için gerekli olan veri kümelerinin temini de oldukça güçtür. Bu hastalığın teşhisi için yaygın kullanılan DEXA testinin yapılmaması için alternatif bir araştırma olarak bu çalışma öne çıkmaktadır.

Literatürde, hastalık teşhisi konusunda yapılan sınıflandırma problemleri çalışmalarının yeterli ve güncel olmadığı görülmüştür. Bu alanda yapılan çalışmalar genellikle spesifik bir hastalık üzerinde yoğunlaştıkları görülmüştür. Bu çalışmada da spesifik bir hastalık olan Osteoporozla değinilmiştir.

Bu elde edilen sonuçlar neticesinde yapay zeka teknikleri ile osteoporoz şüphesi ile gelen hastalara DEXA testinin uygulanıp uygulanmaması üzerine odaklanmış bir çalışmanın olmaması ve bu alanda yapılacak çalışmalarda kullanılabilmesi üzerine çalışılmış olup benzer yapay zeka algoritmaları ile farklı performans aralıkları elde edilecek farklı sistemler oluşturulabileceği kanaatine varılmıştır. Ayrıca, bu çalışma ile literatürdeki çalışmalardan farklı olarak bir yapay sinir ağı ile bir sınıflandırma işleminin yapılabilmesi vurgulanmış ve önemlenecek bir başarı elde edilmiştir. Bu amaç doğrultusunda farklı hesaplama yöntemleri ve yapay sinir ağı modelleri kullanılarak diğer çalışmalara da zemin oluşturacağı düşünülmektedir.

#### References

- Aginaldo S. Cruz, Hertz C. Lins, Ricardo V. A. Medeiros, José M. F. Filho and Sandro G. da Silva. 2018. "Artificial intelligence on the identification of risk groups for osteoporosis, a general review" BioMedical Engineering vol-17: p:1-12.
- Alkan BM, Fidan F, Tosun A, Ardiçoğlu Ö. 2011. "Fiziksel Tıp ve rehabilitasyon polikliniğimize başvuran hastalarda osteoporoz insidansı". Türk Osteoporoz Dergisi. vol-17:10-3.

- Aslan A, Karakoyun Ö, Güler E, Aydın S, Gök MV, Akkurt S. 2012. "Evaluation of bone mineral density, osteoporosis prevalence and regional risk factors in Turkish women living in Kastamonu: KASTÜRKOS study". *Eklemler Hastalıkları Cerrahisi*, vol-23(2):62-67.
- Baim S, Binkley N, Bilezikian JP, Kendler DL, Hans DB, Lewiecki EM, et al. 2008. "Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry and executive summary of the 2007 ISCD Position Development Conference". *J Clin Densitom*; vol-11:75-91.
- Boonen S, Vanderschueren D, Cheng XG, et al. 1997. "Age-related (type II) femoral neck osteoporosis in men: biochemical evidence for both hypovitaminosis D- and androgen deficiency-induced bone resorption". *J Bone Miner Res*; vol-12:2119-26.
- Çelik O, Salcı Y, Manısalı M, Korkusuz F. 2009. "The effect of hip rotation on bone mineral density of the proximal femur measured by dual energy X-ray absorptiometry". *Eklemler Hastalıkları Cerrahisi*; vol-20:71-7.
- Delen D, Walker G, Kadam A. 2005. "Predicting breast cancer survivability: A comparison of three data mining methods", *Artificial Intelligence in Medicine*, Vol.34, No.2,113-127.
- Er O, Sertkaya C, Temurtas F, Tanrikulu AC. 2009. "A comparative study on chronic obstructive pulmonary and pneumonia diseases diagnosis using neural networks and artificial immune system", *Journal of Medical Systems*, Vol.33, No.66, 485-492.
- Er O, Tanrikulu AC, Abakay A. 2015. "Use of artificial intelligence techniques for diagnosis of malignant pleural mesothelioma". *Dic Med J*, vol-42(1), 5–11.
- Gul O, Atik OS, Erdogan D, Goktas G. 2012. "Is bone microstructure different between osteopenic and osteoporotic patients with femoral neck fracture?". [Article in Turkish] *Eklemler Hastalıkları Cerrahisi*. Vol-23:15-9.
- Gulbag A, Temurtas F, Yusubov I. 2007. "Quantitative discrimination of the binary gas mixtures using a combinational structure of the probabilistic and multilayer neural networks", *Sens. Actuators B: Chem.*, Vol.131, 196-204.
- Lee JS, Adhikari S, Liu L, Jeong HG, Kim H, Yoon SJ. 2018. "Osteoporosis detection in panoramic radiographs using a deep convolutional neural network-based computer-assisted diagnosis system: a preliminary study". *A Journal of Head & Neck Imaging*, vol- 48(1), p.29-44.
- Pinar G, Pinar T, Doğan N, Karahan A, Algier L, Abbasoğlu A, Kuşcu E. 2009. "Osteoporosis risk factors in the women over 45-years old". *Dicle Tıp Derg / Dicle Med J Cilt/Vol 36, No 4*, 258-266.
- Specht DF. 1990. "Probabilistic neural networks", *Neural Networks*, Vol.3, 109–118.
- Ulivieri FM, Piodi LP, Grossi E, Rinaudo L, Messina C, Tassi AP, Filopanti M, Tirelli A, Sardanelli F. 2018. "The role of carboxy-terminal cross-linking telopeptide of type I collagen, dual x-ray absorptiometry bone strain and Romberg test in a new osteoporotic fracture risk evaluation: A proposal from an observational study", *PLOS ONE*, vol-13 (1), p:1-12.
- Temurtas F. 2009. "A comparative study on thyroid disease diagnosis using neural networks", *Expert Systems with Applications*, Vol.36, No.1, 944–949.
- World Health Organization Study Group: "Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis". *World Health Organ Tech Rep Ser 1994;843:1-129*.