



## Derleme (Review)

Cilt 3 - Sayı 4: 190-197 / Ekim 2020  
(Volume 3 - Issue 4: 190-197 / October 2020)

# YAPAY SİNİR AĞLARI İLE DOĞAL GAZ TÜKETİM TAHMİNİNİ ÜZERİNE YAPILMIŞ ÇALIŞMALARIN İRDELENMESİ

Bedia KANT<sup>1</sup>, Mehmet Serhat ODABAŞ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Akıllı Sistemler Mühendisliği, Samsun, Türkiye

**Gönderi:** 21 Mayıs 2020; **Kabul:** 17 Haziran 2020; **Yayınlanma:** 01 Ekim 2020  
**(Received:** May 21, 2020; **Accepted:** June 17, 2020; **Published:** October 01, 2020)

## Özet

Talep tahmini tüketicinin gelecek zamanda ne kadar mal ve hizmet talebinde bulunacağını değişkenler yardımıyla tahmin edilmesidir. Bu çalışmanın amacı, literatürde yapay sinir ağları kullanılarak doğal gaz sektöründe talep tahmin çalışmalarının nasıl yapıldığını irdelemektir. Bilindiği üzere doğal gaz temini açısından dışa bağımlı bir politika izlemektedir. Günümüzde doğal gaz enerji kaynakları arasında hem stratejik hem de ticari avantajları nedeniyle önemli bir konuma sahiptir. Doğal gaz sektöründe talep tahminin yapılması hem yatırım planlaması hem de ekonomik gibi stratejik açıdan oldukça fazla önem arz etmektedir. Doğal gaz açısından dış ülkelere bağılı olunması, alınacak gaz miktarının ve fiyatların belirlenmesi açısından önemlidir.

**Anahtar kelimeler:** Yapay sinir ağları, Talep tahmini, Doğal gaz


## Investigation of Studies on Natural Gas Consumption Forecasting by Artificial Neural Networks


**Abstract:** Demand forecasting is the estimation of how much goods and services the consumer will request in the future. The purpose of this study is to investigate how demand forecasting Works are done in the natural gas sector by using artificial neural Networks in the literature. As it is known, we follow a foreign-dependent policy in terms of natural gas supply. Today, it has an important position among natural gas anergy sources due to its strategic and commercial advantages. Demand forecasting in the natural gas sector is of great strategic importance, both in terms of investment planning and economics. In terms of natural gas, adhering to foreign countries is important in terms of determining the amount of gas to be bought and prices.

**Keywords:** Artificial neural networks, Demand forecast, Natural gas

\*Corresponding author: Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Akıllı Sistemler Mühendisliği, Samsun, Türkiye

**E mail:** mserhat@omu.edu.tr (M. S. ODABAŞ)

Bedia KANT  <https://orcid.org/0000-0001-6137-9518>

Mehmet Serhat ODABAŞ  <https://orcid.org/0000-0002-1863-7566>

**Cite as:** Kant B, Odabaş MS. 2020. Investigation of studies on natural gas consumption forecasting by artificial neural networks. BSJ Eng Sci, 3(4): 190-197.

## 1. Giriş

Yer kabuğunun içinde bulunan doğal gaz karbon temelli bir fosil yakıttır. Günümüzde petrolden sonra ekonominin en değerli ve en stratejik hammaddesinden birisi haline gelmiştir. Doğal gaz arzında herhangi bir aksama yaşandığı zaman ekonominin olumsuz etkilendiğini görmekteyiz. Petrolün çevreye verdiği zarar ve pazarındaki düzensizlikler sebebiyle, doğal gaz petrole alternatif kaynaklar arasında ilk sırada yer almaktadır. Çevreyi kirletmemesi, havadan daha hafif olması ve taşıma kolaylığı ile doğal gaza olan talep her geçen gün artmaktadır. Evlerde ve endüstride karbon ve kükürt oksit gibi havayı kirleten atık maddeleri açığa çıkarmadığı için daha çok tercih edilmektedir. Daha çok tercih edilmesinin bir diğer sebebi de kalorifer yakıtı olarak kullanılmak istendiği zaman herhangi bir ön hazırlık ve depolama gerektirmemesidir (Kuru, 2014).

Doğal gaz Türkiye 'de ilk defa Kırklareli'nde 1970 yılında keşfedilmiştir. Pınarhisar Çimento fabrikasında 1976 yılında tüketilen doğal gaz, 1948'de SSCB ile yapılan doğal gaz ithalatı anlaşması sonucu enerji ihtiyacımızın önemli bir kısmını karşılıyor hale gelmiştir. Doğal gaz piyasası oluşturulması yolunda 2001 yılında 4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu oluşturulmuş, iletim, depolama, ithalat, ihracat, toptan satış, gibi faaliyetlerin lisansının alınması zorunlu hale getirilmiştir.

Günümüzde ülkemizde az üretilen ve %99'unu dışarıdan ithal ettiğimiz doğal gazın tüketiminin tahmin edilmesi son derece önemli bir noktadır. Talep tahminin doğru yapılması, yurtdışından gaz alımı ile ilgili anlaşmaları, sektöre yönelik yapılacak yatırımları ve buna bağlı olarak sektörün gelişimini etkileyecek etkenlerden birini oluşturur. Bilindiği üzere doğal gaz tüketiminin doğru tahmin edilmesi hem gaz dağıtıcıları hem de tüketicileri açısından önemlidir. Doğal gaz dağıtıcısı açısından incelendiğinde doğru tahmin değerleri sistemde oluşabilecek hataları azaltır ve gaz dağıtım limitlerinin doğru şekilde düzenlenmesini sağlar. Talep tahmini ne kadar doğru yapılırsa, planlama çalışmaları da olumlu sonuç gösterecektir. Böylece gaz sistemleri çok daha tutarlı bir hale gelir. Ayrıca tüketici açısından bakıldığı zaman doğru tahmin değerleri tüketim miktarını azaltır. Talep tahmin çalışmaları birçok farklı yöntem kullanılarak yapılabilir. Bu yöntemler arasında son zamanlarda sıklıkla kullanılan yapay sinir ağları yöntemi yer almaktadır. YSA, insan beyninin karar verme ve işlem yapma özelliklerinden esinlenilerek oluşturulmuştur. Yapay sinir ağları yöntemi ile geçmiş dönemdeki örnekler kullanılarak genel yargılar veya sonuçlar üretilmeye çalışılır. Örnekler veya eldeki veriler kullanılarak ağı öğrenme işlemi tamamlanmış olur. Daha sonraki aşamalarda ağı hiç görmediği örnekler hakkında edindiği bilgileri kullanarak sonuçlar üretebilir.

Doğal gaz tüketiminin tahmini son derece önemlidir. Bu derlemede yapay sinir ağlarının açıklanması, ağı elamanlarından bahsedilerek talep tahmini ile ilişkisinden bahsedilmesi ve doğal gaz tüketiminde YSA'nın nasıl

kullanıldığının irdelenmesi amaçlanmıştır. Yapay sinir ağları yöntemi sıklıkla kullanılan yöntemlerden daha farklıdır. Belirsizlikler altında karar verebilen, hata toleransı yüksek olan YSA yöntemini bu derlemede incelenecektir.

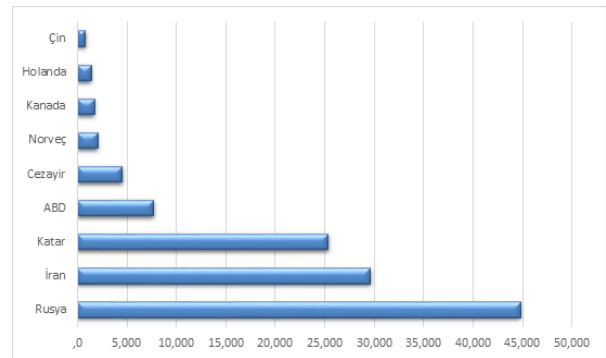
### 1.1. Doğal Gaz Piyasası

Günümüzde doğal gaz enerji kaynakları arasında hem stratejik hem de ticari avantajları nedeniyle önemli bir konuma sahiptir. Ülkeler bazında doğal gaz piyasası pazarlama yöntemlerini ve kaynak yönetimini kapsayan uluslararası bir piyasadır. Ülkeler arasında doğal gaz arz ve talebini oluşturan sözleşmeler olduğu gibi her ülkenin kendi bünyesinde doğal gaz ticaretini ve dağıtımını belirleyen düzenlemeleri bulunmaktadır (Taşkın, 2018).

Dünya'da birçok ülke ilk petrol krizinin ardından doğal gaz sektöründe yaşanan talep patlaması sebebi ile doğal gaz enerjisi üzerine yoğunlaşmışlardır. Üretim ve tüketim adına birçok plan ve politika arayışına girilmesi doğrultusunda doğal gaz enerjisi bu zamana kadar gelişimini sürdürmüş ve sürdürmeye devam etmektedir (Oruç, 2017).

19. yüzyılın ortalarından itibaren ABD'de enerji kaynağı olarak kullanılan doğal gaz, 40-50 sene önce gereksiz sayılıp dünyada geniş bir kullanımı yoktu. Ancak 1973 yılında gerçekleşen ilk doğal gaz krizi sonrası önem kazanmıştır. Doğal gaz günümüzde 70'ten fazla ülkede üretilmektedir (Mazak, 2004).

Dünyanın en büyük doğal gaz rezervine sahip Rusya 2011 yılı BP istatistiki verilerine göre 44,8 trilyon metreküp kanıtlanmış rezerve sahiptir. Bu oran bütün dünya rezervlerinin %24'üne denk gelmektedir. İran Rusya'dan sonra Dünyanın en büyük ikinci doğal gaz rezervine sahip ülkesidir. 29 trilyon 610 milyar metreküp kanıtlanmış rezerve sahip olan İran'ın doğal gaz ihracatı dünyadaki ihracat oranının %1'ini aşmamaktadır. Cezayir 4 trilyon 502 milyar metreküp ile kanıtlanmış doğal gaz rezervine sahiptir (Şekil 1).



Şekil 1. Dünya doğalgaz rezerv miktarları m<sup>3</sup>.

Avrupa Birliğinin ihtiyacının %25'ini Cezayir karşılamaktadır. Hollanda 1 trilyon 387 milyar metreküp kanıtlanmış rezerve sahiptir. Hollanda doğal gaz üretiminin büyük bir kısmını kıyı kuyularından elde etmektedir. İn 800 milyar metreküp kanıtlanmış rezerve sahiptir. Çin hükümeti doğal gazın bir kısmını ithal

ederken kaya gazı üretimi için gereken yasal işlemleri tamamlamıştır. Norveç 2 trilyon 39 milyar metreküp kanıtlanmış rezerve sahiptir. Kendi ihtiyacının 16 katı fazla üretim yapan Norveç arta kalan gazın tamamını Avrupa'ya ithal etmektedir (Salih,2012).

Dünya enerji tüketimi 2016 yılında 13258 mtpe iken 2017 yılında 13511 mtpe ulaşmıştır. Bunun %34,2'si petrol, %23,4'ü doğal gaz, %27,6'sı kömür olmak üzere %85,2'si fosil kaynaklardan, %4,4'ü nükleer enerji, %6,8'i hidrolik, % 3,6'sı yenilebilir enerjiden sağlanmaktadır. 85 mtpe ile 2017 yılında 2016 ya göre artıştaki en büyük katkıyı doğal gaz yapmıştır (Wec,2019).

Türkiye'de 1986 yılında doğal gaz taşımacılığının ve ticaretinin ilk adımı BOTAŞ tarafından SSCB şirketi ile 25 yıllık yapılan gaz alımı anlaşmasıyla atılmıştır. İlk doğal gaz ithalatı fiili olarak 1987 yılında gerçekleşmiştir.

Cezayir ile 1988 yılında LNG alım anlaşması imzalanmış olup, Marmara Ereğlisi LNG Terminali 1994 yılında devreye girmiştir. 1995 yılında ikinci LNG alım anlaşması Nijerya ile imzalanmıştır. Ülkeye yeni arz kaynakları kazandırmak adına 1996 yılında İran ile anlaşma imzalanmıştır. Mavi Akım Hattı için 1997 yılında, ilk doğal gaz ithalatı yapılan Batı Hattı için 1998 yılında Rusya ile anlaşma imzalanmıştır. Arz kaynakları genişletilerek 2001 yılında Azerbaycan ile doğal gaz alım anlaşması imzalanmıştır.

4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu Resmi Gazete 'de 2001 yılında yayımlanıp Türkiye'nin doğal gaz piyasasının liberalleşmesi adına ciddi bir adım atılmıştır. BOTAŞ'ın piyasadaki payının azaltılarak piyasanın serbestleşmesi adına bir diğer adım atılmıştır (Yıkılmaz, 2015).

Türkiye'de 2018 yılı itibariyle 49.328,93 milyon m<sup>3</sup> doğal gaz tüketimi gerçekleşmiştir. Bu tüketimin 428,17 milyon m<sup>3</sup> lük kısmı ülkemizde bulunan rezervlerden karşılanmıştır.

## 2. Doğal Gaz Tahminin Literatür İncelenmesi

Doğal gaz sektöründe talep tahminin yapılması hem yatırım planlaması hem de ekonomik gibi stratejik açıdan oldukça fazla önem arz etmektedir. Doğal gaz açısından dış ülkelere bağlı olunması, alınacak gaz miktarının ve fiyatların belirlenmesi açısından önemlidir. Literatürde doğal gazın tahmin edilmesine dair çalışmalar farklı yöntemlerle yer almaktadır.

Khotanzad ve Elragal 2000 yılında "Combination of artificial neural-network forecasters for prediction of natural gas consumption" adlı çalışma yapmışlardır. Bu çalışmanın amacı, gaz tesislerinin ihtiyaç duydukları günlük tüketim miktarının yapay sinir ağları kullanarak öngörülmesidir. YSA ile önceki gaz tüketimi ve hava parametreleri arasındaki karmaşık ilişki gelecekteki tüketim ile modellenilebilir. İlk aşamada çok katmanlı ileri beslemeli YSA ve fonksiyonel bağlantı YSA içeren iki aşamalı bir sistem önermişlerdir. Başlangıçta yapay sinir ağı geri yayılım algoritması ile eğitilir ve tahmin sırasında

ağırlıklarını ayarlayabilmek için strateji kullanırlar. İkinci aşama, birinci aşamada üretilen iki farklı tahminin karşılaştırılmasından oluşmaktadır. En küçük kareler, ortalama, bulanık mantık, ileri beslemeli YSA, fonksiyonel bağlantı YSA, Karmarkar'ın doğrusal programlama algoritması (1984), sıcaklık uzay yaklaşımı ve yerel uzmanların uyarlanabilir karışımından oluşan sekiz farklı kombinasyon algoritmasını incelemişlerdir. Altı farklı gaz tesisinden alınan gerçek veriler üzerinde test etmişlerdir. Yaptıkları analizler sonucunda tek bir YSA modeline bağlı kombinasyon stratejilerinin diğer yaklaşımlara göre daha iyi sonuç verdiğini gözlemlemişlerdir (Khotanzad ve ark., 2000).

Kızılaslan 2008 yılında " Forecasting of short term and mid term İstanbul natural gas consumption values by neural Networks algorithm" adlı yüksek lisans çalışmasını ele almıştır. Bu çalışmanın amacı, yapay sinir ağı algoritmalarını kullanarak saatlik, günlük, haftalık ve aylık doğal gaz tüketim tahmininin bulunmasıdır. Çalışmada ilk olarak doğal gaz tüketimine etki eden faktörleri belirlemek amacıyla analiz yapmıştır. Elde ettiği parametreleri geri beslemeli yapay sinir ağları modeline uygulamıştır. Bu yöntemi kullanmasının amacı YSA algoritmalarının birden fazla tahmini aynı anda yapabilmesi ve doğrusal olmayan verilerin modellenmesinde iyi sonuçlar alabilmesidir. Yedi farklı algoritma kullanarak bu algoritmaların karşılaştırmasını yapmıştır. Tüm modeller için uygunluk ölçütlerini 200 kere tekrar etmiştir (Kızılaslan,2008).

Kaynar ve diğerleri "Yapay Sinir Ağlarıyla Doğal Gaz Tüketim Tahmini" adlı makalelerinde doğal gaz bakımından dışa bağlılığımızdan bahsedip tahmin edilmesinin ne kadar önemli olduğunu vurgulamışlardır. Tahmin yöntemlerinden YSA ve zaman serileri analizi yönteminden ARIMA modelini kullanarak sonuçlar elde etmiş ve tahminin hangisinde daha iyi sonuç verdiğini karşılaştırmışlardır. Çalışmada Ankara iline ait Ocak 2005 Haziran 2006 arasındaki günlük ve haftalık doğal gaz arz verilerini kullanılmıştır. Çalışmada %80'i eğitim %20'si doğrulama verisi olarak kullanılmıştır. YSA modelinde MATLAB programı kullanılarak bir model geliştirilmiştir. MSE performans ölçütü kullanılarak sonuçlar kıyaslandığında yapay sinir ağları yönteminin daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür (Kaynar ve ark., 2011).

Demirceylan 2012 yılında ele aldığı " Erzurum doğal gaz tüketim miktarının yapay sinir ağları ile çoklu doğal regresyon analizi sonuçlarını karşılaştırmıştır. Doğal gaz tüketimini etkileyen verileri kullanarak analizi gerçekleştirmiştir. Mevsimsel etkiyi incelemek için aylar, aylık ortalama sıcaklık, mevsimsellik ve aylık tüketim miktarı girdi olarak ağda kullanılmıştır. Aylık tüketim miktarı ağına çıktı katmanıdır. Çoklu regresyon yönteminden aldığı sonuç ile yapay sinir ağlarından aldığı sonucu karşılaştırmıştır. Yapay sinir ağları hata oranı daha düşük sonuç vermiştir. Çoklu regresyon yönteminde 30 ayın verileri kullanılarak sadece gelecekteki 30 ay için tahmin yapılabilir. Ancak yapay sinir ağları yönteminde ağı eğittikten sonra her değer için tahmin

yapılabilmektedir (Demirceylan, 2012).

Akgül ve diğerleri “ Doğal Gaz Tüketim Tahmini” adlı makalesinde Dünyada ve Türkiye’de doğal gaz kullanımından bahsetmiştir. TUİK’ ten elde ettiği verilerle yapay sinir ağları ve klasik zaman serileri (ARIMA) yöntemlerini kullanmıştır. Eğitim ve test verileri için ek küçük MSE (Mean Squared Error) değerine göre en iyi modeller seçilmiştir. Yapılan analizler onucunda yapay sinir ağları yönteminin daha iyi sonuç verdiği görülmüştür (Akgül, 2013).

Rodger 2014 yılında ele aldığı makalesinde enerji maliyet tasarrufunu sağlamak amacıyla doğal gaz talebini tahmin etmeyi amaçlamıştır. Bir kablosuz sensör sisteminin günlük olarak havalandırma, ısıtma ve klima sistemlerini kontrol etmek amacıyla kullanılan gerekli doğal gaz talebinin tahmin edilmesi için YSA modellemiştir. Sensör sistemine ait 111 günlük tüketim verileri toplayıp, giriş çıkış verilerini ağı eğitmek için kullanmıştır. Dört bileşenden oluşan bulanık en yakın komşu sinir ağı istatistik modelini kullanmıştır. Bununla birlikte doğal gaz talebini optimize etmek amacıyla işletme giderleri, fiyat, yeni kuyu açma maliyeti, gazı açma maliyeti, petrol fiyatı verilerini kullanarak en yakın komşu YSA model maliyet fonksiyonunu kullanmıştır (Rodger, 2014).

Kuru 2014 yılında ele aldığı “Tümevarım Yöntemi Kullanarak Türkiye Geneli Toplam Doğal Gaz Tüketimi Analizi” adlı çalışmada enerji kaynaklarının üretim ve tüketim şekillerine ait yakın dönem verilerini kullanarak yenilebilir enerji ve mevcut fosil kaynakları için gelecekte ne olacağına dair araştırma yapmıştır. Doğal gaz tüketim tahminini tümevarım ve tündengelim yöntemleri ile yapmıştır. 2013 yılı tüketimi ele alınarak analitik model oluşturmuştur. Yaptığı çalışma sonucunda tümevarıma dayalı olarak geliştirdiği model, tündengelim yöntemine göre üstünlük sağlamış, 2013 yılı doğal gaz tahmini daha az hata ile bulunmuştur (Kuru, 2014).

Szoplik 2015 yılında ele aldığı “Forecasting of natural gas consumption with artificial neural network” adlı makalesinde polonya’ya ait gerçek doğal gaz tüketim verilerini kullanarak talep tahmin çalışması yapmıştır. MLP modelinin tasarımında küçük sanayi ve bireysel tüketiciler tarafından gaz kullanımını etkileyen hava durumu ve takvim faktörlerini göz önünde bulundurmıştır. Oluşturulan modelin sonuçlarını karşılaştırmıştır. MLP modeli ile yılın herhangi bir günü ve herhangi bir saatindeki gaz tüketiminin başarılı bir şekilde bulunabileceği tahmin edilmiştir (Szoplik,2015).

Taşkıner “Ankara İli Doğal Gaz Tüketiminin Yapay Sinir Ağları İle Öngörüsü” adlı çalışmada Ankara ili için doğal gaz tüketimini yapay sinir ağları yöntemini kullanarak tahmin etmiştir. Ağa girdi olarak ortalama sıcaklık tahmini, hissedilen maksimum sıcaklık tahmini, nem, ısı değer ve bağımsız birim sayısı verilmiştir. Çıktısında tüketim bulunmaktadır. 2014-2017 yılı arası veriler kullanılarak tahminleme yapmıştır (Taşkıner, 2018).

Öztürk ve diğerleri 2018 yılında ele aldığı “ Rüzgâr ve güneş santrallerinde kısa dönem enerji üretim tahmini

için matematiksel modellerin oluşturulması” isimli araştırma makalelerinde meteorolojik veriler ile doğru üretim tahmini yapan matematiksel modellerin bulunmasını amaçlamışlardır. MATLAB programı kullanılarak matematiksel modeller oluşturulmuştur. Rüzgâr ve güneş enerji santrallerinde kısa dönem enerji üretimi tahmini yapılmıştır. Geliştirilen matematiksel modellerin doğruluğu çoklu regresyon analizi kullanılarak incelenmiştir (Öztürk ve ark., 2018).

Meral 2019 yılında ele aldığı “Türkiye’deki Enerji Santrallerinde Doğal Gaz Tüketiminin Destek Vektör Regresyon İle Tahmini” adlı çalışmada doğal gaz tüketimini regresyon yöntemi kullanarak tahmin edilmiştir. Araştırmasında kullanacağı veriler 2013-2018 yılları arasında Enerji İşleri Genel Müdürlüğü ve Türkiye Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu’ndan temin edilmiştir. Çalışmada ilk önce Türkiye’ de doğal gazın önemi, üretim, tüketim, ihracat ve ithalat miktarları değerlendirilmiştir. Bu değerlerin birim farklılıklarında dolayı veriler önce standartlaştırılmıştır. Çekirdek fonksiyon olarak Radyal Tabanlı Fonksiyon (RTF) seçilmiştir. Sonrasında destek vektörler, karar sabiti ve ağırlıklar belirlenmiştir. Destek vektörler ve ağırlıklar çarpılarak yan yana ekleyip modeli elde etmiştir (Meral, 2019).

Tuna 2019 yılında ele aldığı “ Doğal gaz talep tahmini: Erzurum ili üzerine bir uygulama” adlı çalışmada daha önce Erzurum iline ilişkin böyle bir çalışma yapılmadığından bahsetmiş, Anadolu’daki iklim değişikliğinin doğal gaz talebine olan etkisini görmek için tahmin yapmayı öngörmüştür. Ocak 2009- Kasım 2018 yıllarına ait konut sektörü aylık doğal gaz tüketim verileri kullanılmıştır. Verilerin mevsimsellik içerdiği tespit edilmiştir. Tahmin edilmesinde tek değişkenli zaman serisi yöntemlerinden olan Box Jenkins metodu ile ARIMA modeli kullanılmıştır. Aralık 2018-Aralık 2020 dönemine ait doğal gaz tüketim değerleri için öngöründe bulunulmuştur (Tuna, 2019).

### 3. Talep Tahmini

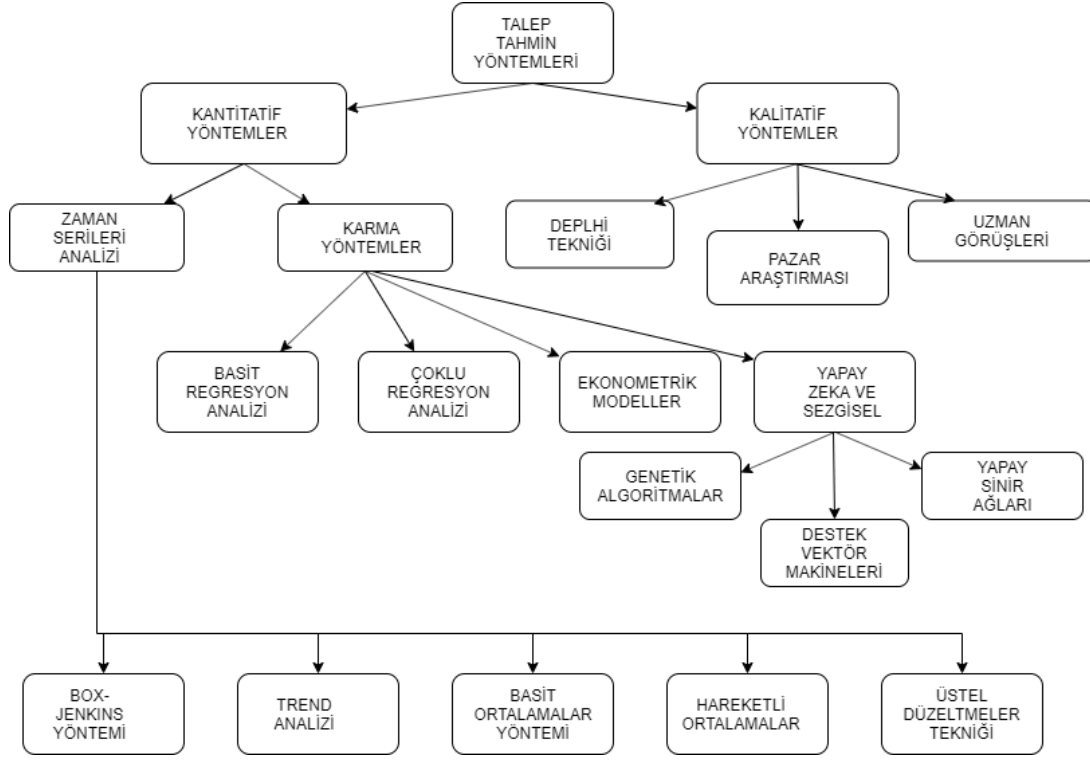
Tüketicilerin bir hizmeti ve ya ürünü belirli bir fiyattan almayı kabul ettikleri miktara talep denir. Gelecekteki bir zaman dilimi için firmanın bir ürünü veya farklı ürünleri için talep düzeyini tespit etmeye talep tahmini denir.

Müşteri talebinin tahmin edilmesini ne kadar ürünün, ne kadar işgücü ve hammaddeyle, ne kadar üretileceğinin planlanması, stok miktarının belirlenmesi açısından önemlidir. Talep tahmini büyük, orta, küçük çaplı işletmelerin, yatırımcıların tümünde kullanılan bir yöntemdir (Soysal, 2010).

Talep tahmini şirket yönetiminin taktik ve stratejik kararlar alınmasında, kısa ve uzun dönemli hedeflere ulaşmak için kullanılması gereken en temel araçlardan biridir. Doğru bir şekilde yapılmış talep tahmini ile şirket optimum kar seviyesine ulaşır. Yapılacak tahmin tipini ve süresini talep yöntemi ve ürünün özellikleri etkilemektedir. Ürüne olan talep miktarı sabit ise tahmin süresi kısaldır. Ancak ürüne ait talepte dalgalanmalar

mevcutsa tahminleme süresi uzayabilir. Bazı ürünler mevsimsel farklılıklar gösterdiği için talep değerleri azalabilir veya çoğalabilir. Bu değişimlerin sebebini

belirleyebilmek için mevsimsel tahmin yöntemleri kullanılmalıdır (Adıyaman, 2007). Talep tahmin yöntemlerine ait bir diyagram Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Talep tahmin yöntemleri (Karaatlı, 2012).

Talep tahmin aşamaları:

- Talebi Etkileyen Etkenlerin Belirlenmesi: Talep tahmini yapılmadan önce şirketin ürettiği ürünler, şimdiki durumu ve gelecekte gelmek istediği durum, hangi çevre ortamında olduğu, fiyat talep ilişkisi, rakiplerinin durumu, iktisadi, endüstriyel, sosyal değişimler, teknolojik gelişim gibi talebi etkileyen etkenler ve buna bağlı olarak ağırlıkları belirlenmelidir.
- Verilerin Toplanması: Talebi etkileyen tüm veriler toplanır. Genellikle geçmiş gerçek veriler, hedef veriler ve istatistiksel olasılıklardan oluşur. Verilerin düzenlenmesinde şirketin yapmış olduğu anketler, yayınlanmış istatistik verileri, iç kaynaklar ve iktisadi veriler kullanılabilir.
- Talep Tahmin Periyodunun Tespiti: yapılacak tahmin ile kullanım süresi arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Örneğin; aylık yapılan tahminlerin uzun dönemlerde kullanılması doğru sonuçlar vermeyebilir.
- Tahmin Yönteminin Seçimi: Talep tahmin yöntemleri kantitatif ve kalitatif olmak üzere ikiye ayrılır. Kantitatif yöntemler matematiksel modellemeye dayanırken, kalitatif yöntemler tecrübeye dayanmaktadır.
- Tahmin Sonuçlarının Geçerliliğinin Araştırılması: Sonuçların gerçek verilerle karşılaştırılarak doğruluğu tespit edilmelidir.

### 3.1. Yapay sinir ağları

Yapay sinir ağları insan beyninin en temel fonksiyonunu gerçekleştiren bilgisayar sistemidir. Öğrenme işlemi geçmiş veriler yardımıyla gerçekleştirilir. Bu ağlar birbirine bağlı yapay sinir hücrelerinden oluşmaktadır. Her hücrenin bir ağırlık değerleri saklı olup ağı yayılmıştır.

Yapay sinir ağları, basit işlem hücrelerinden oluşturulup bilgiyi depolama ve kullanma yeteneğine sahip olarak geliştirilen işlemcidir. İki yönden beyin ile benzerlik göstermektedir. Bunlardan birincisi; bilgiyi öğrenme yoluyla çevreden elde etmesi ikincisi ise; öğrenilen bilgiyi depolamak için sinaptik ağırlık olarak da bilinen nöronlar arasında bulunan bağlantıyı kullanmasıdır (Hatipoğlu, 2010).

Yapay sinir ağları diğer hesaplama yöntemlerinden farklılık göstermektedir. Buldukları ortama adapte olabilen, eksik verilerle çalışabilen, hatalara karşı toleranslı olabilen, belirsizlik altında karar verebilen bu ağlar hemen hemen her kullanım alanında başarılı uygulama örneklerine sahiptir. Ağ parametresinin seçiminde belli standardın olmaması, verilerin yalnızca numerik olarak ifade edilmesi, ağın davranışlarının tam olarak bilinmemesine rağmen yapay sinir ağlarına ilgi sürekli artmaktadır. Örüntü tanıma, sınıflandırma, veri sıkıştırma, optimizasyon ve sinyal filtreleme çalışmalarında yapay sinir ağları en sık kullanılan teknikler arasında yer alır. Bunlar haricinde; optimum

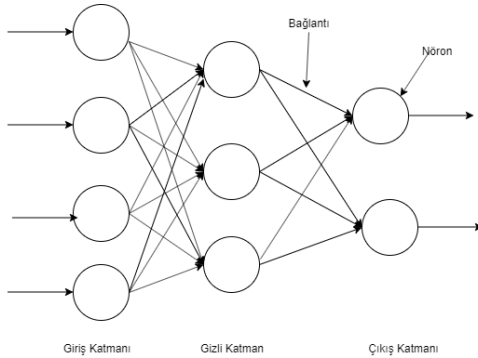
rota belirleme, malzeme analizi, parmak izi tanıma, kalite kontrol, veri madenciliği, iş çizelgeleme gibi konularda da örnekleri bulunmaktadır (Öztemel, 2012).

Yapay sinir ağları makine öğrenmesi alanında geliştirilen uygulamalardan birisidir. Örnek veriler yardımıyla genel yargılar ve sonuçlar üretmeye çalışırlar. Bilgisayar sistemindeki ağa uygulayıcı tarafından örnekler girilir ve ağın bu örnekler yardımıyla sonucu bulması sağlanır. Ağ öğrenimini tamamladıktan sonra hiç görmediği örnekler hakkında bilgi verebilir, sonuç üretebilir (Sönmez Çakır, 2019).

1970 yılının yapay sinir ağlarında bir dönüm noktası olarak ifade edilebilir. Bu tarihten önce birçok araştırma yapılsada 1969 yılında XOR probleminin çözülmemesi ile birlikte çalışmalara ara verildiği görülmektedir. 1970 yılından sonra XOR problemi birkaç araştırmacının çalışmasını sürdürmesi sonucu çözüme ulaşmıştır ve yapay sinir ağları konusu tekrardan ilgi görmeye başlamıştır. 10 yıl içerisinde birbirinden farklı 30 civarlarında model geliştirilmiştir. Bununla birlikte yapay sinir ağları laboratuvar ortamından çıkarak günlük hayatta da kullanılan sistem haline gelmiştir. Bu çalışma hem donanım teknolojisi hem de yapay zekâ ile desteklenerek herkesin kabul ettiği ve kullanmak istediği teknoloji haline gelmiştir (Öztemel, 2012).

### 3.2. Yapay sinir ağlarının temel elemanları

Yapay sinir hücreleri beynin sinir hücrelerine benzetilmektedir. Biyolojik sinir ağları sinir hücrelerinden oluşurken, yapay sinir ağları da yapay sinir hücrelerinden oluşmaktadır. YSA hücreleri süreç elemanları olarak da adlandırılmaktadır. Bir yapay sinir hücresinin girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıktılar olmak üzere 5 tane temel elemanı vardır (Demirceylan, 2012). Yapay sinir hücresinin yapısı Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Yapay sinir ağı modeli.

#### 3.2.1. Girdiler

Yapay sinir hücresine gelen bilgidir. Bu bilgiler diğer sinir hücresinden ya da dış ortamdan gelebilir (Demirceylan, 2012).

#### 3.2.2. Ağırlıklar

Yapay sinir hücresine giren bilgilerin hangi ağırlıkta değerlendirilmesi gerektiğini belirleyen değerlerdir. Ağırlıkların negatif veya pozitif olması ağa etkisinin hangi yönde olacağını göstermektedir. Sinir hücresinin ağırlığı

sabit olacağı gibi değişken de olabilir (Yılmaz, 2010).

#### 3.2.3. Toplama fonksiyonu

Birleştirme fonksiyonunun en yaygın kullanılan türü olan toplama fonksiyonu, biyolojik sinir hücresinde dentritlerin yaptığı görevi yapmaktadır. Sinir hücresine giren net girdileri hesaplamaktadır. Girdilerin ilgili ağırlıkla çarpımının toplamıdır. Net girdinin hesaplanma işlemidir. Bu fonksiyon aşağıdaki formülle gösterilmektedir.

$$\text{Net} = \sum G_i \cdot A_i \quad (n = 1, \dots, n)$$

Bu formülde G girdileri, A ağırlıkları, n girdi sayısını gösterir. Bir problemde optimal toplama fonksiyonunun bulunmasını sağlayacak bir formül yoktur. Her girdi aynı toplama fonksiyonuna sahip olabileceği gibi farklı toplama fonksiyonuna da sahip olabilmektedir. Aşağıdaki örnekler de toplama fonksiyonuna örnek olarak verilebilir:

$$\text{Maksimum: Net} = \text{Max} (G_i \cdot A_i)$$

$$\text{Minimum: Net} = \text{Min} (G_i \cdot A_i)$$

$$\text{Çarpım: Net} = \sum G_i \cdot A_i$$

$$\text{Kümülatif Toplam: Net} = \text{NET (eski)} + \sum (G_i \cdot A_i)$$

$$\text{Çoğunluk: Net} = \sum \text{sgn} (G_i \cdot A_i) \quad (\text{Ballı, 2014}).$$

#### 3.2.4. Aktivasyon fonksiyonu

Hücre davranışını belirleyen bir diğer fonksiyonlardan birisi de aktivasyon fonksiyonudur. Toplam fonksiyonunun sonuçları ile birlikte çıktıya dönüştürülür. Sinir hücresine gelen girdinin işlenerek ne kadar çıktı üreteceğini belirlemektedir. Aktivasyon fonksiyonunun amacı, çıktıların büyük değerlere ulaşmasını engellemektir. Çıktı yüksek çıkarsa ağı eğitimi engellenmiş olmaktadır. Bir yapay sinir ağında aktivasyon fonksiyonu nöronun çıkış değerini [0,1] veya [-1,1] arasında sınırlamaktadır. Lineer, Logaritmik Sigmoid ve Hiperbolik Tanjant modelleri en sık kullanılan aktivasyon modelleridir.

#### 3.2.5. Çıktılar

Çıktılar en uç katman olarak bilinmektedir. Ağların sonuçlarıdır ve birden fazla girdiye sahip olabilmektedir. Gizli katmandan veriyi alıp işler ve çıktısını vermektedir. Çıktı katmanındaki sinir hücre sayısı, yapay sinir ağına sunulan her verinin çıkış sayısı kadardır. Aktivasyon fonksiyonu tarafından çıktı oluşturulmaktadır. Her sinir ağının sadece bir çıktı düzeyi bulunmaktadır (Oğuz, 2019).

### 3.3. Talep tahmini ve yapay sinir ağları

Birçok perakendeci ve üretici gelecek döneme ilişkin satış tutarlarını kesin olarak tahmin etmek ister. Çoğu tedarikçinin, satışçının geçmişe yönelik detaylı satış, tüketim verileri ellerinde bulunmaktadır. Yapay sinir ağları yöntemi geçmişe dayalı büyük veri tabanlarını analiz edip, veriler arasındaki karmaşık ilişkileri değerlendirerek gelecek döneme ilişkin tahmin yapabilen teknolojidir. Yapay sinir ağları yönteminde geleneksel yöntemlerde olduğu gibi geçmiş veriler kullanılmaktadır. Parametre değerlerini belirlemek amacıyla en küçük kare hatasını üretmeye çalışır. En uygun çözüm elde edilene

kadar birçok yapay sinir ağı iterasyondan geçer. Talep tahmininde kullanılan YSA da bir girdi katmanı, bir gizli katman ve çıktı katmanı bulunmaktadır. Girdi katmanı bağımsız değişkenlerden oluşmaktadır. Gizli katmanda bulunan hücre sayısı girdi katmanını geçmemelidir. Doğal gaz tüketimi tahmininde kullanılan yapay sinir ağları yönteminde ağa girdi olarak günlük, haftalık, aylık olmak üzere dönemsel bazda ortalama sıcaklık, nem, basınç, fiyat gibi tüketimi etkileyen veriler öğretilmiştir. Tüketim miktarları ağın çıktı katmanında kullanılmaktadır. Verilerde eksik, yanlış olsa bile yapay sinir ağlarının hata toleransın yüksek olmasından faydalanarak tahmin yapılmaktadır. Farklı algoritmalar eşliğinde yapılan tahminlerde düzeltilmiş belirleme katsayısına bakarak tahminin doğruluğu ölçülür. Katsayı ne kadar yüksekse doğruluk oranı o kadar fazla demektir.

## 4. Sonuç

Bu derlemede yapay sinir ağları kullanılarak doğal gaz tüketimine ait talep tahmin çalışmalarının nasıl yapıldığı incelenmiştir. Yapay sinir ağları yöntemi anlatılmış ayrıca doğal gaz piyasasından bahsedilip küresel ve Türkiye enerji piyasasındaki gelişmeler değerlendirilip, Türkiye'nin ekonomisi için doğal gaz tüketim tahmininin önemine dikkat çekilmiştir.

Dünya'daki doğal gaz rezervleri incelendiğinde, artan enerji talebinin ve gelişen ekonomilerin enerji ihtiyacını artırdığı gözlemlenmektedir. Doğal gaz talebinin doğru yapılması, yurtdışından gaz alımları ile ilgili anlaşmaları, sektöre yönelik yapılacak yatırımları ve buna bağlı olarak sektörün gelişimini etkileyecek etkenlerden birini oluşturmaktadır.

Türkiye'de doğal gaz kullanımına başladığı günden bu yana gitgide yaygınlaşmış ve ülkemizin enerji arzının en değerli kaynaklarından biri olmuştur. Ancak ülkemizin doğal gaz rezervi oldukça düşüktür. Bun bağlı olarak kendi ihtiyaçlarımızı yurt dışından ithal ederek karşılamaktayız.

Doğal gaz tüketiminin sektörel bazda kullanım miktarlarına bakıldığı zaman 2018 EPDK verilerine göre en fazla dönüşüm sektöründe kullanıldığı görülmüştür. Buna bağlı olarak doğal gaz akışının güvenilir ve kesintisiz bir şekilde devam etmesi gerekmektedir.

İncelenen tezlerden çıkarılan ortak sonuç, doğal gaz tüketimi etkileyen faktörlerin geçmiş verileri dönemsel olarak (günlük, haftalık, aylık...) bağımsız değişkenler şeklinde ağa girdi olarak verilmiştir. Böylece yapay sinir ağlarının problemi öğrenmesi sağlanarak istenilen döneme ilişkin tüketim verilerinin tahmini yapılmıştır. Çoğu tezde görüldüğü üzere karmaşık problemler arasındaki ilişkiyi çözebilen, belirsizlik altında karar verebilen yapay sinir ağları yöntemi geleneksel tahmin yöntemlerine göre daha doğru sonuçlar elde etmektedir.

## Çıkar İlişkisi

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

## Kaynaklar

- Adıyaman F. 2007. Talep tahmininde yapay sinir ağlarının kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 109, İstanbul.
- Akgül S, Yıldız Ş. 2013. Doğal gaz tüketim tahmini. Sosyal ve Beşeri Bilimler Derg, 5(1): 440-452.
- Ballı MT. 2014. Yapay sinir ağları ile talep tahmini ve gıda sektöründe uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 180, İstanbul.
- Demirceylan S. 2012. Erzurum'da doğalgaz tüketim miktarının yapay sinir ağları yöntemi kullanılarak tahmin edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 100, Erzurum.
- Hatipoğlu T. 2010. Galvaniz sektöründe bir yapay sinir ağı uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 117, Sakarya.
- Karaatlı M, Helvacıoğlu ÖC, Ömürbek N, Tokgöz G. 2012. Yapay sinir ağları yöntemi ile otomobil satış tahmini. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Derg, 8(17): 88-100.
- Kaynar O, Taştan S, Demirkoparan F. 2011. 10. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı [Özel Sayı]. Atatürk Ü. İBBF Derg, 463-474.
- Khotanzad A, Elragal H. 2000. Combination of artificial neural network forecasters for prediction of natural gas consumption. IEEE Transacts on Neural Networks, 11: 464-473.
- Kızılaslan R. 2008. Forecasting of short term and mid term İstanbul natural gas consumption values by neural Networks algorithm. Master Thesis, Fatih University the Graduate Institute of Sciences and Engineering Industrial Engineering, 157, İstanbul.
- Kuru V. 2014. Türkiye doğal gaz tüketiminin sektörel bazda analitik incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Türk Hava Kurumu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, 104, İstanbul.
- Mazak M. 2004. Doğal gazın tarihi serüveni. DTK Dergisi. URL: <http://mehmetmazak.net/makale/3/270-istanbulda-ilk-modern-aydinlatilan-mekan-dolmabahce-sarayi-ve-dolmabahce-gazhanesi-tbmm-150-yilinda-dolmabahce-sarayi-uluslararası-sempozyumu-2006#.Xd2M90gzaM9> (erişim tarihi: 03.03.2020).
- Meral G. 2019. Türkiye'de enerji santrallerinde doğal gaz tüketiminin destek vektör regresyon ile tahmini. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı, 47, Afyon.
- Oğuz ZD. 2019. Türkiye'de tasarruf açığının yapay sinir ağları modeli ile analizi. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, 105, Van.
- Oruç KO, Eroğlu ŞÇ. 2017. Isparta ili için doğal gaz talep tahmini. Süleyman Demirel Üniv İktisadi ve İdari Bil Fak Derg, 22(1): 31-42.
- Öztemel E. 2012. Yapay sinir ağları (Üçüncü baskı). Papatya Yayıncılık, 44, İstanbul.
- Öztürk A, Alkan Ö, Tosun S. 2018. Rüzgar ve güneş santrallerinde kısa dönem enerji üretim tahmini için matematiksel modellerin oluşturulması. Düzce ÜnivBilim ve Teknoloji Derg. 6: 188-195.
- Rodger JA. 2014. A fuzzy nearest neighbor neural network statistical model for predicting demand for natural gas and energy cost savings in public buildings. Expert Systems with App, 41: 1813-1829.
- Salih M. 2012. Dünyanın en büyük doğal gaz üreticileri. URL: <https://www.bloomberght.com/haberler/haber/1269673->

- dunyanin-en-buyuk-dogalgaz-ureticileri (erişim tarihi: 26.11.2019).
- Sönmez Çakır F. 2019. Matlab kodları ve matlab toolbox çözümleri (İkinci Baskı). Nobel Yayıncılık, 107, Ankara.
- Szoplik J. 2015. Forecasting of natural gas consumption with artificial neural network. Energy J, 85: 208-220.
- Taşkıner B. 2018. Ankara ili doğal gaz tüketiminin yapay sinir ağları ile öngörüsü. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı, 67, İstanbul.
- Tuna Ç. 2019. Doğal gaz talep tahmini: Erzurum ili üzerine bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Erzurum Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, 167, Erzurum.
- WEC. 2019. Natural Gas Resources Report. World Energy Council.
- Yılmaz Ü. 2010. Altı sigma ve yapay sinir ağlarının tekstil sektöründe karşılaştırmalı bir uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 143, Bursa.