

ENDÜSTRİYEL ODUN HAMMADDESİ TALEBİNİN TAHMİNİNDE YAPAY SİNİR AĞLARININ KULLANIMI ve BAZI TAHMİN YÖNTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

İbrahim GÜNGÖR

Süleyman Demirel Üniversitesi, İşletme Bölümü, 32260, Isparta

M.Cengiz KAYACAN

Süleyman Demirel Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği, Bölümü, 32260 Isparta

Mehmet KORKMAZ

Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32260 Isparta

Özet: Bu çalışmada endüstriyel odun hammaddesi talebinin tahmininde yapay sinir ağlarının (YSA) kullanım olanaklarının araştırılması ve bazı talep tahmin yöntemleri ile karşılaştırılması yapılmıştır. YSA, hareketli ortalamalar, üssel düzeltme ve çoklu regresyon yöntemleriyle elde edilen tahmini değerler gerçek değerlerle karşılaştırılmış ve her yöntemin tahmin performansı ortaya konmuştur. Tahmin performanslarının karşılaştırılmasında hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE) ve mutlak hata yüzdeleri ortalaması (MAPE) ölçüleri kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, tüm ölçüler için YSA'nın tahmin performansının diğer yöntemlerinkinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapay sinir ağları, talep tahmini, endüstriyel odun hammaddesi

ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS USE IN THE FORECASTING OF INDUSTRIAL WOOD DEMAND AND COMPARISON WITH DIFFERENT ESTIMATION METHODS

Abstract: The aim of this study was to investigate utilization of artificial neural networks (ANNs) use in forecasting industrial wood demand and to compare the results with other different estimation methods. ANNs, moving averages, exponential smoothing and multiple regression methods were used to obtain predicted values. The performance of each method were determined by comparing predicted values with real values. Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) formulations were used in this comparison. According to results better forecasting performance was obtained from the ANNs.

Keywords: Artificial neural networks, forecasting demand, industrial wood

1. GİRİŞ

Orman kaynaklarından üretilen endüstriyel odun hammaddesi imalat sanayi, madencilik ve inşaat gibi bir çok sektörde ara malı olarak kullanılmaktadır. Üretilen bu ürünler; tomruk, maden direği, sanayi odunu, kağıtlık odun, lif-yonga odunu, sırk ve tel direkt olarak oluşmaktadır. Endüstriyel odun hammaddesi talebinin tahmin edilmesi, özellikle bu ürünlerin yaklaşık % 65'inin devlet ormanlarından üretildiği düşünülürse ormancılık sektörünün geleceğe yönelik ulusal planlarına yön verilmesi, ithalat ve ihracat olanaklarının araştırılması gibi bir çok konuda politikaların belirlenmesi açısından önem taşımaktadır. Bunun yanında talebin tahmin edilmesi orman işletmeleri için üretim planlarının karar destek sistemini oluşturmaktadır. Bilindiği üzere, bu işletmelerin üretim planlarında talep tahminleri dikkate alınmamaktadır. Bu nedenle işletme düzeyinde, piyasa koşullarının daha rasyonel ortaya konulmasında talep tahminlerinin dikkate alınması gerekmektedir.

Hangi alanda olursa olsun talebin tahmin edilmesinde bazı ortak özellikler vardır. Bu özellikler aşağıda gösterilmiştir (İlter ve Ok 2004):

- Tahmin etmek, daha önce meydana gelmiş ve tanımlanmış olayların, gelecekteki asgari koşullarda yine meydana gelebileceğini varsayar.
- Gerçek sonuçlar, tahmini değerlerden olumlu ve/veya olumsuz yönde az sapma gösteriyorsa, bu tahminler mükemmel tahminlerdir. Bu tür tahminlerde rastlantı ve belirsizlik unsurları azdır.
- Talep tahmin periyodunun uzaması, tahminin doğruluğunu azaltır. Çoğunlukla, kısa dönemli tahminler, uzun dönemli tahminlerden daha sağlıklıdır.
- Her talep tahmin araştırmasında standart hata hesaplamaları yer almalıdır.

- Her talep tahmin araştırmasının sonuçları uygulamaya konulmadan önce, kullanılan yöntemin testi yapılmalıdır.

Kullanılan yöntem bakılmaksızın tahmin süreci yedi aşamalıdır. Bunlar aşağıda belirtilmiştir (Kobu 1999);

- Talep tahmin amacının belirlenmesi,
- Talep tahmin periyodunun belirlenmesi,
- Talep tahmin yönteminin seçilmesi,
- Talep tahmininin gerektirdiği verilerin toplanması,
- Talep tahmin hata hesabının yapılması,
- Talep tahminin yapılması,
- Talep tahmin sonuçlarının geçerliliğinin denenmesi.

Talep tahmininde çok sayıda yöntem bulunmaktadır. Herhangi bir tahmin yönteminin veya modelinin mükemmel olduğunu söylemek imkansızdır. Çünkü her yöntem ya da model tahmini, belirli hata sınırları içerisinde gerçekleştirir. Tahmin yönteminin doğru seçimi bu hata oranını minimize etmeyi amaçlamaktadır (Evans2003). Bu nedenle tahminde hangi yöntemin kullanılacağı önemlidir.

Literatür incelendiğinde yapay sinir ağları (YSA) yöntemi kullanılarak finansal başarısızlığın tahmini, turist taleplerinin tahmini, ziyaretçi davranışlarının tahmini vb. çalışmaların olduğu görülmektedir (Benli,2002) (Yıldız, 2001) (Cho, 2003) (Law, 1999) (Pattie, 1996).

Bu çalışmada yukarıda söz edilen aşamalar dikkate alınarak Türkiye endüstriyel odun hammaddesi talebinin tahmin edilmesinde YSA'nın kullanılabilirliği araştırılmış ve YSA, hareketli ortalama, üssel düzeltme ve çoklu regresyon ile elde edilen tahmini değerlerle gerçek değerler karşılaştırılarak YSA'nın tahmin performansı değerlendirilmiştir.

2. ODUN HAMMADDESİ ARZ-TALEP İLİŞKİLERİ

Halen 3.4 milyar hektar (ha) bir alana sahip bulunan orman kaynakları dünya yüzeyinin yaklaşık % 27'sini kaplamaktadır. Dünya ormanlarından yıllık toplam odun üretimi 3.4 milyar m³ dolayında gerçekleşmektedir. Odun ve odun ürünlerinin dünya ekonomisine katkısı 4 milyar \$ (dünya toplam brüt yıllık üretim değerinin yaklaşık % 2'si) civarındadır. Endüstriyel odun tüketimi 1.5 milyar m³ dolayında olup, bu tüketimin yaklaşık % 70'i gelişmiş ülkelerde olmaktadır. Endüstriyel odun üretiminin yaklaşık % 60'ı tomruk ve direk, % 30'u lif-yonga ve kağıtlık odun ve geri kalan % 10'u diğer endüstriyel odun olarak gerçekleşmektedir. Toplam endüstriyel odun üretiminin % 40'ı Kuzey Amerika, % 25'i Avrupa Ülkelerinde gerçekleşmektedir (FAO, 1997). Türkiye'de odun hammaddesi ana arz kaynakları; devlet ormanları, özel ormanlar, özel kesime ait arazilerde grup, küme ve sıra halinde yetişmiş orman ağaç ve ağaççıklarından yapılan tapulu kesimler özel sektöre ait hızlı gelişen tür (kavak, okaliptus vb.) ağaçlandırmaları, diğer ağaç türleri (meyve, zeytin vb.) ağaçlandırmaları (budama ile yakacak odun elde edilen) ve ithalattan oluşmaktadır. Devlet ormanlarından Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından üretilen endüstriyel odun hammaddesi üretimi değerleri ürün çeşitleri itibarıyla (1991-2001) Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo1. Ürün Çeşitleri İtibarıyla OGM Tarafından Üretilen Endüstriyel Odun Hammaddesi Durumu (x000 m³)

Yıl	Tomruk	Tel Direk	Maden Direk	Sanayi Odunu	Kağıtlık Odun	Lif-Yonga Odunu	Sırık	Toplam
1991	3159	99	465	624	1043	1104	19	6513
1992	3353	124	453	687	1082	1177	21	6897
1993	3199	129	396	789	1466	1001	30	7010
1994	2939	113	449	683	1577	925	26	6712
1995	3578	134	498	936	1558	1320	22	8046
1996	3172	88	436	883	1568	1362	19	7528
1997	2845	53	444	834	1369	1406	23	6974
1998	2817	36	483	826	1588	1278	23	7051
1999	2833	90	456	804	1610	1252	21	7066
2000	3007	155	413	830	1533	1371	20	7329
2001	2738	85	380	776	1525	1255	19	6778

Kaynak: Orman Genel Müdürlüğü, <http://www.ogm.gov.tr/>

Devlet ormanları dışında mülkiyeti özel şahıslara ait orman alanları toplam ormanların % 1'inden az bir alan kaplamakta ve üretim de çok düşük seviyelerde gerçekleşmektedir. Yaklaşık 200.000 ha alan kaplayan ve büyük çoğunluğu kavak türleri ile (160.000 ha) tam alan veya sıra dikimleri şeklinde tesis edilmiş bulunan özel sektöre ait hızlı gelişen tür ağaçlamaları ise toplam odun üretim ve arzı içinde çok önemli bir paya sahiptir. Söğüt, okaliptus ve kızılğaç bu tür ağaçlandırmalarda kullanılan diğer önemli türler durumundadır. Odun ithalatı, yurt içi üretimin yanısıra diğer önemli bir arz kaynağı durumundadır (Anonim, 2001).

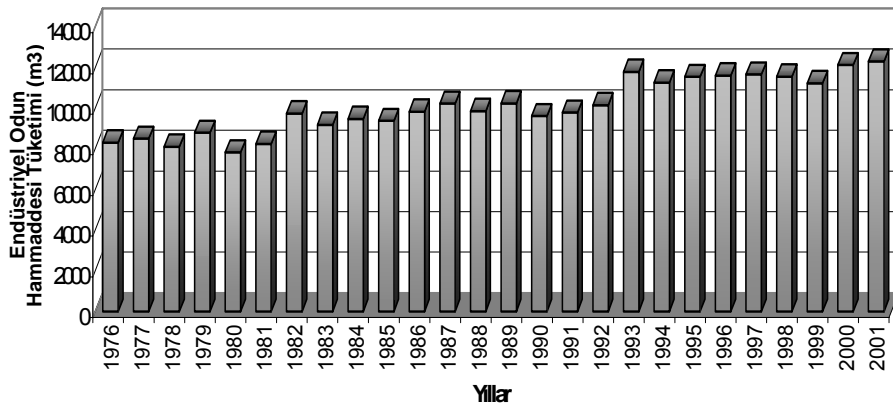
1976-2001 yılları arasında Endüstriyel odun hammaddesi üretim ve tüketim gerçekleştirmeleri Tablo 2 ve Şekil 1'de gösterilmiştir.

Tablo 2. 1976-2000 Yıllarında Üretim ve Tüketim Gerçekleşmeleri (1000 m³)

Yıllar	ÜRETİM			TÜKETİM			
	OGM	Özel Sektör	Toplam	OGM Satış.	Özel Sektör Satış	İthalat	Toplam
1976	6451	1371	7822	6939	1371	-	8310
1977	7216	1413	8629	7075	1413	-	8488
1978	7694	1457	9151	6634	1457	-	8091
1979	6953	1502	8455	7281	1502	-	8783
1980	6781	1549	8330	6272	1549	-	7821
1981	7294	1596	8890	6643	1596	-	8239
1982	5821	1646	7467	8081	1646	-	9727
1983	6665	1697	8362	7477	1697	-	9174
1984	7596	1749	9345	7718	1749	-	9467
1985	7407	1803	9210	7566	1803	-	9369
1986	7566	1859	9425	7705	1859	257	9821
1987	7249	1917	9166	7230	1917	1074	10221
1988	7440	1970	9410	7007	1970	873	9850
1989	7460	2037	9497	7769	2037	420	10226
1990	6581	2100	8681	6670	2100	836	9606
1991	6513	2200	8713	6494	2200	1089	9783
1992	6897	2300	9097	6695	2300	1158	10153
1993	7010	2590	9600	6335	2590	2859	11784
1994	6712	2716	9428	7455	2716	1094	11265
1995	8046	2938	10984	7743	2938	854	11535
1996	7528	3019	10547	7413	3019	1170	11602
1997	6974	3100	10074	7451	3100	1099	11650
1998	7051	3167	10218	7103	3167	1287	11557
1999	7066	3200	10266	6849	3200	1170	11219
2000	7329	3262	10591	7659	3262	1200	12121
2001	6778	3948	10726	-	-	-	12291

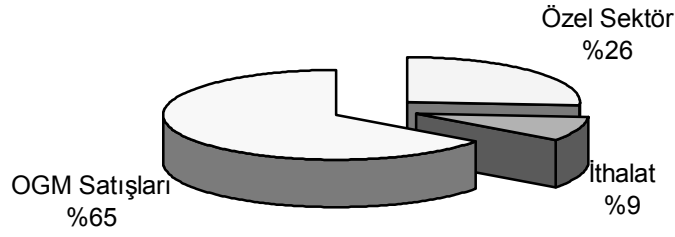
Kaynak . (1) VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Orm. Özel İhtisas Kom Raporu

(2) Orman Genel Müdürlüğü



Şekil 1. 1976-2001 yılları arası Endüstriyel Odun Hammaddesi Tüketimi (000 m³)

Endüstriyel odun talebinin değişik kaynaklardan karşılanma oranları Şekil 2’de gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi talebin büyük bir bölümü (% 65) OGM tarafından karşılanmaktadır.



Şekil 2. Endüstriyel Odun Talebinin Değişik Kaynaklardan Karşılanma Oranları

Kaynak: (1) VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Orm. Özel İhtisas Kom Raporu
(2) Orman Genel Müdürlüğü

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada girdi değişkenleri (bağımsız değişkenler) olarak belirlenen, kağıt-karton üretimi, madencilik üretimi, yeni konut (daire) sayıları, toptan eşya fiyatları endeksi, nüfus ve kişi başına düşen Gayri Safi Milli Hasıla (GMSH)’ya ait 30 yıllık veri, Devlet İstatistik Enstitüsü, Devlet Planlama Teşkilatı ve Beş Yıllık Kalkınma Planlarından elde edilmiştir.

Çıktı değişkeni (bağımlı değişken) olan Endüstriyel Odun Tüketimine ait 30 yıllık veriler ise Devlet İstatistik Enstitüsü, Orman Bakanlığı ve Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Ormanlık Özel İhtisas Komisyonu Raporundan belirlenmiştir. Veriler Tablo 3’de görülmektedir.

Tablo 3. Girdi Değişkenleri ve Çıktı Değişkeni

Yıllar	End. Odun 000 m ³	Kağıt-karton 000 ton	Maden Üretim 000 ton	Konut Üretimi Daire sayısı	Top. Eş. Endex	Nüfus	GSMH Fert Bş \$
1940	211	9	3550	26000	15	17820950	50
1950	703	18	4730	54200	34	20947188	120
1960	3037	58	8909	95760	88	27754820	312
1970	4845	151	17067	154825	146	35605176	519
1976	8310	372	18398	164657	397	41180900	1338
1977	8488	393	19729	174489	492	42031286	1488
1978	8091	414	21060	184321	751	42899231	1604
1979	8783	435	22391	194153	1231	43785100	1760
1980	7821	456	23724	203989	2551	44736957	1570
1981	8239	492	26325	192339	3488	45850012	1598
1982	9727	541	28926	180689	4369	46990761	1412
1983	9174	560	31528	169037	5708	48159891	1299
1984	9467	691	34708	189486	8678	49358109	1238
1985	9369	694	44869	259187	12145	50664458	1356
1986	9821	730	52528	392825	15388	51764383	1487
1987	10221	882	52995	497674	21387	52888188	1668
1988	9850	713	45547	473582	33495	54036391	1693
1989	10226	820	58457	413004	55266	55209521	1979
1990	9606	920	54187	381408	82666	56473035	2711
1991	9783	850	55966	392943	126114	57534728	2661
1992	10153	958	59062	467024	210791	58616381	2757
1993	11784	988	55886	548129	327227	59718369	3065
1994	11265	1102	61434	523791	721481	60841074	2169
1995	11535	1235	65150	518236	1356313	61984886	2794
1996	11602	1106	67515	454295	2327287	63150202	2947
1997	11650	1124	67176	464117	4152226	64337426	3046
1998	11557	1159	74287	414573	7008547	65546970	3171
1999	11219	2361	74438	339446	10070036	66779253	2839
2000	12121	2064	68237	302916	15478184	67803927	2987
2001	12291	1788	68278	300000	24409563	69078641	2143

3.2. Yöntem

Çalışmada yöntem olarak YSA, hareketli ortalamalar, üssel düzeltme ve çoklu regresyon yöntemleri kullanılmıştır.

3.2.1. Yapay Sinir Ağları

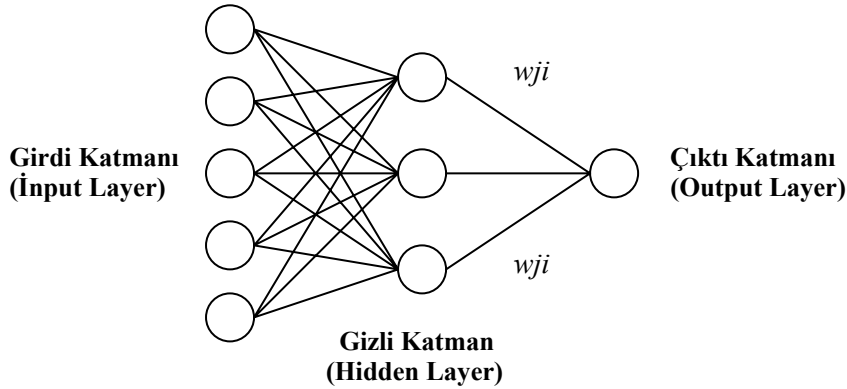
3.2.1.1. Yapay Sinir Ağlarının Genel Yapısı

YSA kavramı beynin çalışma ilkelerinin sayısal bilgisayarlar üzerinde taklit edilmesi ile ortaya çıkmış ve ilk çalışmalar beyni oluşturan biyolojik hücrelerin, ya da literatürdeki ismiyle nöronların matematiksel olarak modellenmesi üzerinde yoğunlaşmıştır. Nöronlar sinir ağlarını oluşturan, tek başına ele alındıklarında çok basit işleve sahip işlemcilerdir. Bir nöron yapısı içerisinde üç ana bölüm bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla sinapslar, toplayıcı ve aktivasyon fonksiyonudur. Nöron girdileri sinaptik bağlantılar üzerindeki ağırlıklar ile çarpılarak bir toplayıcıya uygulanmakta ve elde edilen toplam, nöronun aktivasyon fonksiyonundan geçirilerek çıkışlar hesaplanmaktadır. Bugün YSA olarak isimlendirilen alan, bir çok nöronun belirli biçimlerde bir araya getirilip bir işlevin gerçekleştirilmesi üzerindeki, yapısal olduğu kadar matematiksel ve felsefi sorunlara yanıt arayan bir bilim dalı olmuştur (Önder 2000).

Bir YSA'nın yapısında, birbirleriyle bağlantılı sinirlerin yer aldığı girdi katmanı (input layer), çıktı katmanı (output layer) ve gizli katman (hidden layer) olmak üzere temelde üç katman bulunmaktadır. Girdi katmanı ilk katmandır ve dışarıdan gelen verilerin YSA'ya alınmasını sağlar. Bu veriler istatistikte bağımsız değişkenlere karşılık gelmektedir. Son katman çıktı katmanı olarak adlandırılır ve bilgilerin dışarıya iletilmesi işlevini görür. Çıktı değişkenleri, istatistikte bağımlı değişkenlere karşılık gelir. Modeldeki diğer katmanlar ise girdi katmanı ile çıktı katmanı arasında yer alır ve gizli katman olarak adlandırılır. Gizli katmanda bulunan nöronların dış ortamla bağlantıları yoktur. Yalnızca girdi katmanından gelen sinyalleri alır ve çıktı katmanına sinyal gönderirler (Benli 2002).

Bir YSA'da en önemli unsurlardan biri de nöronların birbirlerine veri aktarmalarını sağlayan bağlantılardır. Herhangi bir (i) nöronundan (j) nöronuna bilgi ileten bir bağlantı aynı zamanda bir ağırlık (w_{ji}) değerine sahiptir. Ağırlıklar bir nöronda girdi olarak kullanılacak değerlerin göreceli kuvvetini gösterir. YSA içinde tüm bağlantıların farklı ağırlık değerleri bulunmaktadır. Böylelikle ağırlıklar her işlem elemanının her girdisi üzerinde etki yapar (Yıldız 2001).

YSA teknolojisi, hesaplamalara tamamen farklı bir yaklaşım getirmektedir. YSA, paralel hesaplama tekniğinin bütün avantajlarını kullanabilen ve algoritmik olmayan bir yöntemdir. Belirli bir problemi, programlama yerine direkt olarak mevcut örnekler üzerinden eğitilerek öğrenirler. Ayrıca YSA, klasik bilgisayar belleği gibi belirli bilgileri belirli yerlerde saklama yerine, öz şeklindeki bilgileri nöronlar arasındaki bağlantılar üzerindeki ağırlık değerleri ile ağ üzerine dağıtarak saklarlar (Baylar vd 1999). YSA modelinin genel görünümü Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Yapay Sinir Ağı Modelinin Genel Görünümü

3.2.1.2. Kullanılan Yapay Sinir Ağı Modeli

YSA'nın yapısı gereği öncelikle ağ eğitilmekte, daha sonra eğitilen ağ test edilmektedir. Eğitim aşamasının başarılı olması için verilerin büyük bir bölümünün bu aşamada kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle, çalışmada kullanılan 30 yıllık veri, % 80'i eğitim, % 20'si de test verisi şeklinde tesadüfî yöntemle gruplandırılmış ve bu işlem beş sefer tekrar edilerek, 5 farklı veri seti oluşturulmuştur. Bu veri setlerinin tamamını göstermek çok yer alacağından, sadece bir tanesi Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Çalışmada Kullanılan Veri Setlerinden Bir Örnek

Yıllar	End. Odun (Eno) 000 m ³	Kağıt-karton Üretimi (Kkü) 000 ton	Maden Üretim (Mdü) 000 ton	Konut Üretimi (Kos) Daire sayısı	Top. Eş Endeks (Tefe)	Nüfus (Nüf)	GSMH (Gmh) Fert Bş \$
YSA Modellerinin Eğitimi İçin Kullanılan Veriler							
1940	211	9	3550	26000	15	17820950	50
1950	703	18	4730	54200	34	20947188	120
1960	3037	58	8909	95760	88	27754820	312
1970	4845	151	17067	154825	146	35605176	519
1976	8310	372	18398	164657	397	41180900	1338
1977	8488	393	19729	174489	492	42031286	1488
1978	8091	414	21060	184321	751	42899231	1604
1979	8783	435	22391	194153	1231	43785100	1760
1980	7821	456	23724	203989	2551	44736957	1570
1983	9174	560	31528	169037	5708	48159891	1299
1984	9467	691	34708	189486	8678	49358109	1238
1986	9821	730	52528	392825	15388	51764383	1487
1987	10221	882	52995	497674	21387	52888188	1668
1988	9850	713	45547	473582	33495	54036391	1693
1989	10226	820	58457	413004	55266	55209521	1979
1991	9783	850	55966	392943	126114	57534728	2661
1992	10153	958	59062	467024	210791	58616381	2757
1993	11784	988	55886	548129	327227	59718369	3065
1994	11265	1102	61434	523791	721481	60841074	2169
1996	11602	1106	67515	454295	2327287	63150202	2947
1998	11557	1159	74287	414573	7008547	65546970	3171
1999	11219	2361	74438	339446	10070036	66779253	2839
2000	12121	2064	68237	302916	15478184	67803927	2987
2001	12291	1788	68278	300000	24409563	69078641	2143
YSA Modellerinin Test Edilmesi İçin Kullanılan Veriler							
1981	8239	492	26325	192339	3488	45850012	1598
1982	9727	541	28926	180689	4369	46990761	1412
1985	9369	694	44869	259187	12145	50664458	1356
1990	9606	920	54187	381408	82666	56473035	2711
1995	11535	1235	65150	518236	1356313	61984886	2794
1997	11650	1124	67176	464117	4152226	64337426	3046

Modelin fonksiyon olarak ifadesi aşağıdaki gibidir:

$$\text{Eno} = f(\text{Kkü}, \text{Mdü}, \text{Kos}, \text{Tefe}, \text{Nüf}, \text{Gsmh}) \quad (1)$$

Modelde görüldüğü üzere (1), 6 girdi değişkeni (**Kkü, Mdü, Kos, Tefe, Nüf, Gsmh**) ile bir çıktı değişkeni (**Eno**) bulunmaktadır. Bu değişkenler aşağıda açıklanmıştır:

Kkü: Yıllık Kağıt-Karton Üretim Miktarı (ton)

Mdü: Yıllık Maden Üretimi Miktarı (ton)

Kos: Yıllık İnşa Edilen Yeni ve Ek Bina Sayısı

Tefe: Yıllık Toptan Eşya Fiyatları Endeksleri

Nüf: Yıllık Nüfus (Sayım yılları arası yıllık nüfus artış oranına göre hesaplanmıştır)

Gsmh: Yıllık Kişi Başına Düşen Gayri Safi Milli Hasıla (\$)

Eno: Yıllık Endüstriyel Odun Hammaddesi Tüketimi (m³)

YSA modelinin eğitimi, Matlab 6.1 paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ileri beslemeli ve geri yayımlı (Feed Forward and Back Propagation) YSA kullanılmıştır. Bu tür çalışmalarda genelde kabul görmüş olduğundan (DeLurgio 1998) eğitim fonksiyonu olarak TRAINLM, performans fonksiyonu olarak en küçük hata kareleri ve transfer fonksiyonu olarak TANSIG fonksiyonu seçilmiştir. Oluşturulan 5 grubun her biri için değişik gizli katman sayıları (1 ile 9 arası), değişik nöron sayıları (1-17 arası) ile modeller kurulmuş ve farklı devir (epoch: 1000-10000 arası) sayılarında denemeler yapılarak eğitim gerçekleştirilmiş daha sonra test için ayrılan veriler ile kurulan tüm modeller test edilmiştir. Test işlemi sonucunda bulunan tahmini değerler, gerçek değerlerle karşılaştırılmış ve önce her grup için, daha sonra tüm gruplar arasından hata kareleri ortalamasının karekökü ve mutlak hata yüzdeleri ortalaması ölçüleri dikkate alınarak en iyi tahmini değerleri veren model, tahmin modeli olarak seçilmiştir.

3.2.2. Diğer Yöntemler

YSA'nın dışında aynı veri seti kullanılarak hareketli ortalama, üssel düzeltme ve çoklu regresyon yöntemleri kullanılarak tahmini değerler belirlenmiştir.

Hareketli ortalamalar ile tahminde tahminin yapıldığı yıldan önceki 3 yılın ortalamaları esas alınmıştır. Yani; $T_t = (G_{t-1} + G_{t-2} + G_{t-3})/3$ (2)

şeklinde hesaplanmıştır.

Üssel düzeltme yöntemi ile tahmin aşağıdaki ilişki yardımıyla hesaplanmıştır:

$$T_t = aG_{t-1} + a(1-a)G_{t-2} + a(1-a)^2 G_{t-3} + \dots + a(1-a)^n G_{t-(n+1)} \quad (3)$$

Burada,

T_t : t yılı için tahmin edilen değeri

G_{t-n} : Geçmiş yıllara ait gerçekleşen değerleri

a : düzeltme katsayısını göstermektedir. Bu tür çalışmalarda genellikle $a=0.3$ olarak

alınmaktadır (İlter ve Ok 2004).

Çoklu regresyon analizleri için kurulan modellerden çoklu doğrusal regresyon modeli en iyi tahmini değerleri verdiği için bu model kullanılmıştır. Çoklu regresyon analizleri için SPSS paket programı kullanılmıştır.

3.2.4. Karşılaştırmada Kullanılan Ölçüler

Bulunan tahmini değerler ile gerçek değerlerin karşılaştırılmasında kullanılan ölçüler aşağıda belirtilmiştir (Law, 1999):

Hata Kareleri Ortalamasının Karekökü (Root Mean Squared Error)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (G_t - T_t)^2}{n}} \quad (4)$$

Mutlak Hata Yüzdeleri Ortalaması (Mean Absolute Percentage Error)

$$MAPE = \frac{\sum |(G_t - T_t) / G_t|}{n} \quad (5)$$

Burada;

G_t : t için gerçek değerleri

T_t : t için tahmini değerleri

n. veri sayısını göstermektedir.

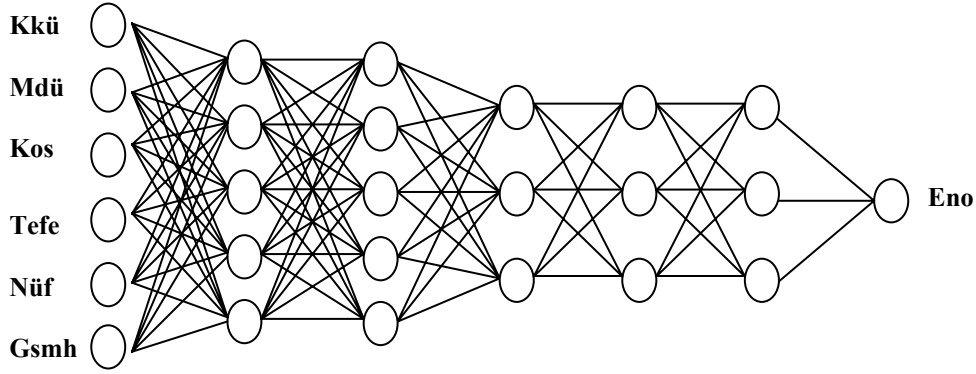
4. BULGULAR

Materyal ve Yöntem başlığı altında belirtildiği gibi, denemeler öncelikle tesadüfi olarak oluşturulan 5 veri seti için ayrı ayrı yapılmış, en iyi tahmini değerleri veren modeller seçilmiştir. Tablo 5'de YSA ile her veri seti için en iyi tahmini değerleri veren modellerin gerçek değerlerle karşılaştırılması sonucu hesaplanan sapma değerleri görülmektedir.

Tablo 5. Her Veri Seti İçin YSA Modellerinin En Küçük Sapma Değerleri

Veri Seti No	Toplam Katman Sayıları	Gizli Katman Sayıları	Nöron Sayıları	RMSE	MAPE
1	5	3	3,3,3	640.913	5.27E-02
2	5	3	3,9,3	640.390	7.02E-02
3	5	3	3,7,3	748.509	19.7E-02
4	7	5	5,5,3,3,3	432.210	3.58E-02
5	5	3	3,5,3	52561.380	243E-02

Yapılan denemeler arasında gerçek değerlere en yakın sonuçları veren tahmin modeli, toplam 7 katmandan (1 Girdi katmanı, 5 gizli katman ve 1 çıktı katmanı) oluşmuştur ve Tablo 5'de de görüldüğü gibi bu model 4 nolu veri setine aittir. Bu modelin girdi katmanının nöron sayısı 6 (girdi parametreleri sayısı), çıktı katmanının ise 1'dir. Gizli katmanlardaki nöron sayıları sırasıyla 5, 5, 3, 3, 3, şeklindedir. Bu YSA modelinin eğitimi 1000 devirde (epoch) gerçekleşmiştir. Şekil 3, bu YSA modelini temsil etmektedir.



[G İ R D İ K A T M A N I] [G İ Z L İ K A T M A N L A R] [Ç I K T I K A T M A N I]

Şekil 3. Denemeler Sonucu Uygun Bulunan Yapay Sinir Ağı Modeli

Yapılan çoklu doğrusal regresyon analizi ile bulunan tahmin denklemi aşağıdadır:

$$Eno = 6867.47 - 0.27 Kkü - 0.088 Mdü + 0.00133 Kos - 0.000066 Tefe + 0.000397 Nüf - 0.277 Gsmh$$

Tablo 6’da YSA modelinin test edilmesinde kullanılan gerçek değerler ile YSA, hareketli ortalamalar, üssel düzeltme ve çoklu regresyon ile bulunan tahmini değerler görülmektedir.

Tablo 6. Gerçek ve Tahmini Değerler

Yıllar	Gerçek Değerler	Tahmini Değerler			
		YSA	Hareketli Ort.	Üssel Düzeltme	Çoklu Regresyon
1981	8239	8680	8232	6852	8698
1982	9727	8860	8281	7268	8945
1985	9369	9090	9456	8690	9079
1990	9606	9670	10099	9736	10286
1995	11535	11800	11067	10682	11500
1997	11650	11800	11467	11137	11959

Tablo 6’da verilen tahmini değerlerin gerçek değerlerle karşılaştırılması sonucunda ortaya çıkan sapma değerleri Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. Farklı Tahmin Yöntemleri İçin Sapma Değerleri

Tahmin Yöntemi	RMSE	MAPE	R	R ²
YSA	432.210	3.58E-02	0.95	0.90
Hareketli Ort.	657.533	4.44E-02	0.88	0.77
Üssel Düzeltme	1254.271	10.4E-02	0.87	0.76
Çoklu Regresyon	494.202	4.46E-02	0.92	0.85

Lewis, MAPE değeri %10’un altında olan modelleri “çok iyi”, %10 ile %20 arasında olan modelleri “iyi”, %20 ile %50 arasında olan modelleri “kabul edilebilir” ve %50’nin üzerinde olan modelleri ise “yanlış ve hatalı” olarak sınıflandırmıştır (Lewis 1982). Tablo 7’de görüldüğü gibi YSA, çoklu regresyon ve hareketli ortalama yöntemleri ile yapılan tahminler çok iyi, üssel düzeltme yöntemi ile yapılan tahmin iyi olarak bulunmuştur. Ancak YSA yöntemi ile bulunan sapma değerleri (MAPE: 0.0358 ve RMSE: 432.210) diğer yöntemlerle bulunan sapma değerlerinden daha küçüktür. Bu sonuç, bu veriler için kullanılacak en iyi tahmin yönteminin YSA yöntemi olduğunu göstermektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sektörel bazda talep tahminleri, sektörün yapısının gelecekte nasıl şekilleneceği ve diğer sektörler ile ileri ve geri bağlantıların gelecek dönemlerde nasıl bir gelişim göstereceği gibi bir çok konuda bilgi içermekte ve bu bilgiler de sektörel planlama açısından önem taşımaktadır. İşletmeler açısından da talep tahmini önemlidir. Talep tahminlerinin gözönüne alınmadığı bir üretim süreci sonunda üretilen mal ve/veya hizmetin, talepten az olması durumunda aylak kapasite kullanımı, fazla olması durumunda ise stok maliyetlerinin artışı ve pazarlama-satış sorunları ortaya çıkacaktır. Bu nedenle işletmeler tarafından tüketici ve endüstriyel pazarların yapısı ile hedef pazarlardaki tüketici talepleri özenle araştırılmalıdır.

Bu çalışmada orman ürünleri endüstrisinin ormancılık sektöründen ara malı olarak aldığı endüstriyel odun hammaddesinin talebinin tahmin edilmesinde YSA yönteminin kullanılabilirliğinin araştırılması ve diğer tahmin yöntemlerinden olan çoklu regresyon, hareketli ortalamalar ve üssel düzeltme yöntemleri ile karşılaştırılması yapılmıştır. Elde edilen bulgular sonucunda YSA yönteminin diğer yöntemlere göre daha iyi tahminler yaptığı ve bu veriler için kullanılabilir en iyi tahmin yönteminin YSA yöntemi olduğu ortaya çıkmıştır.

Orman işletmeleri düzeyinde üretim planlamalarında talepler dikkate alınmamaktadır. Bu açıdan orman işletmelerinin üretim planlarına bir karar destek sistemi olacak işletme düzeyindeki talep tahminlerinin yapılması önem arz etmektedir. Bu tahminlerde de YSA yönteminin daha kullanışlı olacağı söylenebilir. Çünkü verilerin aşırı sapmalar gösterdiği durumlardaki performansı ve hem doğrusal hem de doğrusal olmayan ilişkileri öğrenebilme yeteneği sayesinde YSA, diğer yöntemlere oranla daha tutarlı tahminler yapabilmektedir.

Bu çalışmada YSA'nın diğer tahmin yöntemleri ile karşılaştırılması amaçlandığı için tomruk, tel direk, maden direği, sanayi odunu, kağıtlık odun, lif-yonga odunu ve sırtıktan oluşan ürün grubunun toplamı çıkış parametresi olarak değerlendirilmiştir. Ancak, bu ürün grupları için ayrı ayrı ağlar kullanılarak da her ürün grubu için tahminlerin yapılması mümkündür.

KAYNAKLAR

Anonim, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, *DPT*, ISBN: 975-19-2555-X, Ankara, 2001.

Baylar A., Emiroğlu M.E., Arslan A., Geriye Yayılma Yapay Sinir Ağı Kullanılarak Yanal Su Alma Yapısına Yönelecek Olan Sürüntü Maddesi Oranının *Bulunması Dokuz Eylül Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1(2), 3, 1999.

Benli Y., Finansal Başarısızlığın Tahmininde Yapay Sinir Ağı Kullanımı ve İMKB'de Bir Uygulama, *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 4(4), 17-30, 2002.

Cho V., A Comparison of Three Different Approachs to Tourist Arrival Forecasting, *Tourism Management*, 24, 323-330, 2003.

DeLurgio S.A., Forecasting Principles and Applications, *Mcgraw-Hill International Editions*. ISBN 0-07-115998-3, 1998.

Efe Ö., Kaynak Oktay, Yapay Sinir Ağları ve Uygulamaları, *Boğaziçi Üniversitesi Yayını*, Yayın No: 696, İstanbul, 1-7, 2000.

Evans M.K., 2003, Practical Business Forecasting, *Blackwell Publishing*, ISBN 0-631-22065-8, 2003.

FAO, State of The Wold's Forests, M-30, ISBN 92-5-103977-1, Rome, Italy, 1997.

İlter E., Ok K., Ormancılık ve Orman Endüstrisinde Pazarlama İlkeleri ve Yönetimi, *Form Ofset Matbaacılık*, ISBN: 975-96967-2-X, Ankara, 488 s, 2004.

Kobu B., Üretim Yönetimi, *İ.Ü. İşletme Fak İ.İ.E.Araş ve Yar.Vakfi*, Yayın No. 04, İstanbul, 1999.

Law R., Au N., A Neural Network Model to Forecast Japanese Demand for Travel to Hong Kong, *Tourism Management*, 20, 1999.

Lewis. C.D., Industrial and Business Forecasting Methods, *Butterworths Publishing*, London, 1982.

Pattie D.C., Snyder J., Using a neural network to forecast visitor behaviour, *Annals of Tourism Research*, 23 (1), 1996.

Yıldız B., Finansal Başarısızlığın Öngörülmesinde Yapay Sinir Ağı Kullanımı ve Halka Açık Şirketlerde Ampirik Bir Uygulama, *İMKB Dergisi*, 17, 50-59, 2001.