

Kaynaklı İmalat Operasyon Sürelerinin Matlab Yapay Sinir Ağları ile Tahmin Edilmesi

Evin SÜTCÜ*,^a

^a*Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, SAKARYA 54050, TÜRKİYE*

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 13.11.2017
Kabul: 12.02.2018

Anahtar Kelimeler:
Yapay Sinir Ağları,
Kaynaklı imalat,
Zaman etüdü, Tahmini
süre.

***Sorumlu Yazar:**
e-posta:
evinsutcu@gmail.com

ÖZET

Yapay sinir ağları, insan beyninden esinlenilerek karar verme süreçlerini etkileyen bir bilgisayar programıdır. Bu çalışmada yapay sinir ağları kullanılarak siparişe göre fason üretim yapan bir firmanın kaynaklı imalat operasyon süreleri tahmin edilmiştir. Çalışmada veri olarak firmanın kaynaklı imalatında tutulan zaman etütleri kullanılmıştır. Çalışmanın neticesinde gerçeğe çok yakın tahmin değerleri elde edilmiştir. Parçanın kaynaklı imalatta üretilmesi gereken tahmini sürenin kabul edilmesi hata oranına bağlıdır. Hata oranının %15 'in altında olması çalışmanın kabul edilebilir olduğunu ortaya koymuştur.

DOI: <https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2018.04.01.003>

Estimation of Welded Manufacturing Operation Times with Matlab Artificial Neural Networks

ARTICLE INFO

Received: 13.11.2017
Accepted: 12.02.2018

Keywords:
Artificial neural
network, Welded
fabrication, Time
study, Estimated time.

***Corresponding
Authors**
e-mail:
evinsutcu@gmail.com

ABSTRACT

Artificial neural network is a computer program that influences decision-making processes inspired by the human brain. In this study, the durations of the welded manufacturing operations of a company that made outsource production by order using artificial neural networks were estimated. In the study, time studies that kept in the welded manufacturing of the company were used as data. As a result of the study, very close prediction values were obtained. Acceptance of the estimated time to produce in welded manufacturing of products depends on the error rate. Under 15% of the error rate, the study revealed that it is acceptable.

DOI: <https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2018.04.01.003>

1. GİRİŞ

Günümüz üretim endüstrisi gelişen teknoloji ile birlikte sürekli bir değişim içindedir. Değişken müşteri talepleri ve isteklerini karşılamak için daha hızlı, kaliteli ve büyük üretim hacimlerinde üretim yapma gereği işletmeleri yeni üretim sistemleri arayışına itmiştir. Teknolojinin getirdiği avantajlar ile beraber işletmelerin otomasyona dayalı sistemlere geçişi hızlanmıştır.

Günümüzde bir firmanın faaliyetlerini etkin bir şekilde yönetebilmesi için zamanlara ihtiyaç vardır. Üretim planı ve programının hazırlanması, kısa ve uzun vadeli tahminler, maliyet kontrolü konuları başta olmak üzere işletme içinde yürütülen tüm faaliyetlerde zamanlara dayanmadan yapılacak işlerin tutarlı ve yararlı olması mümkün değildir. Buna karşılık, yapılan araştırmalara rağmen işleri daha düşük maliyetle ölçebilecek yöntemler henüz geliştirilemediği bir gerçektir. İş ölçümünün, uygulamasında karşılaşılan zorlukların pek çoğunun bu gerçeğe ilgili olduğu denebilir. İş ölçümleri ile sürelerin belirlenmesi esnasında meydana çıkan güçlükler, klasik zaman etüdü sistemlerinin beraberinde alternatif sistemlerin ortaya çıkmasına ortam hazırlamıştır.

En sık kullanılan makine öğrenme sistemlerinden biri yapay sinir ağlarıdır. Teknolojinin gelişmesi ile yapay sinir ağlarında gelişmiş, birçok sektörde kullanılmaya başlanmıştır. YSA 'nı özellikle tercih eden firmalarda görülen özellik; ürün yelpazelerinin çok fazla olması ve bu ürünlerin benzer üretim hatlarından geçmesidir. Firmalar bu makine öğrenme sistemlerini kullanarak, maliyetli iş ölçüm tekniklerini bir kenara itmişlerdir.

Zaman serisi analizlerinde birçok yöntem yer almaktadır. Bu türeyen yöntemlerin avantajları, beraberinde dezavantajları da getirmektedir. Firmalar bu avantaj ve dezavantajları maliyet çerçevesinde kıyaslayarak kendilerine en uygun sistemi seçmektedirler. Buna karşın zaman serisi analizlerinin ortak amacı, veri olarak girilen geçmiş zaman dizilerini kullanarak, ileriye dönük zaman tahminleri hakkında veriler oluşturmaktır. Girdi çıktı katmanlarından oluşan zaman serisi sorunları verilen bir zaman serisi yardımıyla diğer bir zaman serisinin gelecek değerlerini tahmin etmektir. İki serinin geçmiş değerleri(en hızlı olması için) ya da serilerin yalnız birisi(daha kolaylık için) hedef serinin tahminlemesinde kullanılabilir [1].

Çuhadar M. ve Kayacan C. yaptıkları çalışmada, yapay sinir ağı kullanılarak Türkiye'deki bakanlık belgeli konaklama işletmelerindeki, dış turizm talebi ile oluşan doluluk oranları tahmin edilmişti. Turizm Bakanlığı tarafından yıllık olarak yayınlanan "Konaklama İstatistikleri" bültenlerinden elde edilen "1990 – 2002" yıllarına ait aylık verilerden yararlanılmıştır. Verilerin gruplandırılmasında "Cross Validation" tekniği uygulanmıştır. Kullanılan 144 aylık verinin, % 80'i eğitim, % 20'si de test verisi şeklinde rassal olarak gruplandırılmıştır. Tahmin sonuçlarının doğruluğunun ölçümünde, MSE (Hata Kareleri Ortalaması), RMSE (Hata Kareleri Ortalamasının Karekökü) ve MAPE (Mutlak Hata Oranları Ortalaması) tekniklerinden yararlanılmıştır [4].

Karaathlı ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, yapay sinir ağı ile otomobil satış tahmini yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı da yeni otomobil satış miktarlarının yapay sinir ağları yöntemiyle önceden tahmin edilerek otomotiv sektörü ile ilgili bir takım politikaların belirlenmesine katkı sağlamaktır. Ocak-2007 ile Haziran-2011 yılları arasındaki aylık veriler kullanılmıştır. Yeni otomobil satış tahminleri baz alınarak gelecek dönem ile ilgili senaryolar oluşturulabilir [5].

Kalender F.Y. ve Hamzaçebi C. 2014 yılında, yapay sinir ağları kullanarak Türkiye 'deki net enerji talebini tahmin etmeye çalışmışlardır. Türkiye 'deki net enerji talebi çalışmalarında kullanmak üzere; 1970-2010 yılları arasındaki gayri safi yurtiçi hâsıla (GSYH), nüfus, ithalat, ihracat, bina yüz ölçümü, taşıt sayısı, değişkenleri kullanılarak YSA modeli ile 2011-2025 yılları arası Türkiye 'deki net enerji talebi tahmin edilmeye çalışılmıştır. 1970'den 2010 yılına kadar elde edilen bağımsız ve bağımlı değişkenler için veriler toplandıktan sonra MATLAB ".m" dosyası oluşturularak model kurulumu gerçekleştirilmiştir. Çalışmada hata oranlarının (MAPE) %10 'un altında olması çalışmayı kabul edilebilir kılmıştır. Elde edilen tahmin değerleri uzun dönemli ve kararlı enerji politikalarının belirlenmesinde yardımcı olacaktır[6].

Bu çalışma kapsamında incelenen firma, zaman etüdü yapmak için ciddi kaynak ayırmış olmasına rağmen istediği verimliliğe ulaşamamıştır. Yapılan zaman etüdünün hedefi nitelikli bir işçinin, belli bir işi, belli bir çalışma hızıyla yapması için gereken zamanı belirlemektir.

Makalede ele alınan siparişe göre üretim yapılan firmada, yeni sipariş için gelen taleplere fiyat teklifi sunulmaktadır. Eski ürünler için tutulan zamanlar değerlendirilerek bir zaman tahmini ve maliyet çıkarılmaya çalışılmaktadır. Geçmişe yönelik insan deneyimden faydalanarak yapılan bu analizler ise her zaman doğru ve güvenilir bilgi vermemektedir. Bu analizlerin yapılması zaman aldığından, firma istediği hızda ve doğru biçimde tekliflere cevap verememektedir.

Çalışmada fabrika üretim biriminden alınan ölçümler kullanılarak, yapay sinir ağının eğitilmesi sağlanmıştır. Firmanın üretmesi gereken yeni parçaların zaman hesabını çıkarabilecek bir ağ tasarlanmış ve çözülmüştür. Ek kabiliyet olarak ağın verimli ve düşük hata ile öğrenme yolu bulunmuştur.

Problem çeşitli algoritmalarla da çözülebilirdi. Buna SPSS' de Çoklu Regrasyon Analizi örnek verilebilir. Bu analizden hata payı çıkartılabilir. Fakat programın size geri dönüşü sağlıklı mı? Veriler ne derecede tutarlı? Bunları ancak sahadaki ölçümlerden öğrenebilirsiniz. SPSS' den öğrenemezken YSA buna atölyeye inmeden cevap verebilir. Yapay sinir ağları çözülmesi zor problemlere hızlı ve hata oranı düşük sonuçlar vermektedir.

Bu makalenin amacı zaman etüdü ile süre tahmini yapan firmalar için alternatif bir iş ölçüm yöntemi geliştirmektir [2]. Geliştirilen bu sistem ile daha düşük maliyette stratejik çalışmalar yapılabilir. Fabrikaların üretim verimlilikleri araştırılarak, oluşturulan tahmin değerlerinden daha yüksek değerlerden kaçınılabılır.

2. MATERYAL METOT

2.1. Yapay Sinir Ağları

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 gerçekleştirebilmek amacı ile geliştirilen bilgisayar sistemleridir [3].

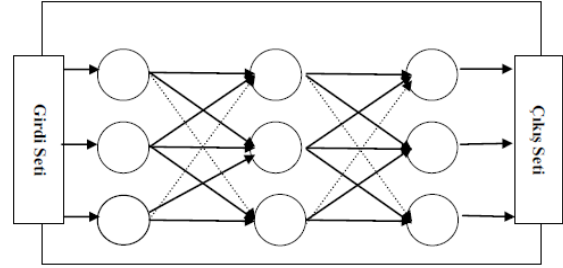
Yapay sinir ağları; insan beyninden esinlenerek, öğrenme sürecinin matematiksel algoritmalar şeklinde uğraşı sonucu ortaya çıkmıştır. Bu sebeple, YSA üzerindeki çalışmalar ilk olarak beyni oluşturan biyolojik üniteler olan nöronların modellenmesi ve bilgisayar sistemlerinde uygulanması ile başlamış,

daha sonraları bilgisayar sistemlerinin gelişimine de paralel olarak birçok alanda kullanılır olmuştur.

Yapay sinir ağları içyapısındaki nöronların bağlanma şekline göre ileri ve geri beslemeli olarak ayrılır;

2.1.1. İleri beslemeli ağlar

İleri beslemeli ağlarda nöronlar girişten çıkışa doğru düzenli katmanlar şeklindedir. Bir katmandan sadece kendinden sonraki katmanlara bağ bulunmaktadır. Yapay sinir ağına gelen bilgiler giriş katmanına daha sonra sırasıyla ara katmanlardan ve çıkış katmanından işlenerek geçer ve daha sonra dış dünyaya çıkar. Aşağıda şekil 1 'de ileri beslemeli yapay sinir ağının çalışma şekli gösterilmektedir.

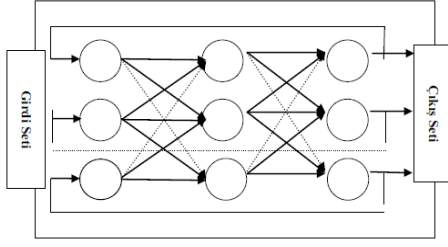


Şekil 1. İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları.

2.2.2. Geri beslemeli yapay sinir ağları

Geri beslemeli yapay sinir ağlarında ileri beslemeli olanların aksine bir hücrenin çıktısı sadece kendinden sonra gelen hücrenin katmanına girdi olarak verilmez. Kendinden önceki katmanda veya kendi katmanında bulunan herhangi bir hücreye de girdi olarak bağlanabilir.

Bu yapısı ile geri beslemeli yapay sinir ağları doğrusal olmayan dinamik bir davranış göstermektedir. Geri besleme özelliğini kazandıran bağlantıların bağlanış şekline göre geri aynı yapay sinir ağıyla farklı davranışta ve yapıda geri beslemeli yapay sinir ağları elde edilebilir. Aşağıda şekil 2 'de geri beslemeli yapay sinir ağının çalışma şekli gösterilmektedir.



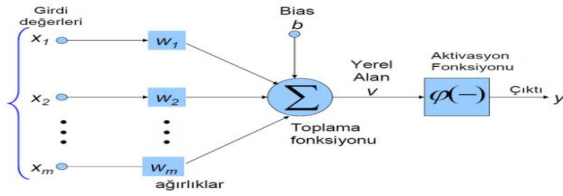
Şekil 2. Geri beslemeli yapay sinir ağları

Yapay sinir hücreleri de biyolojik sinir hücrelerine benzer yapıdadır. Yapay nöronlar da aralarında bağ kurarak yapay sinir ağlarını oluştururlar. Aynı biyolojik nöronlarda olduğu gibi yapay nöronların da giriş sinyallerini aldıkları, bu sinyalleri toplayıp işledikleri ve çıktılarını ilettikleri bölümleri bulunmaktadır.

Bir yapay sinir hücresi beş bölümden oluşmaktadır [3];

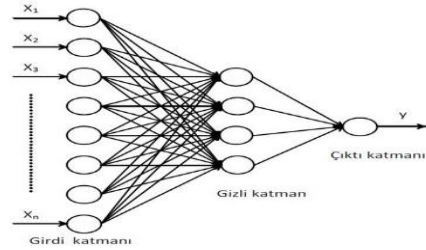
- Girdiler
- Ağırlıklar
- Toplama Fonksiyonu (Birleştirme Fonksiyonu)
- Aktivasyon fonksiyonu
- Çıktılar

Beş bölümden oluşan yapay sinir hücresinin yapısı Şekil 3 'te gösterilmektedir.



Şekil 3. Yapay sinir hücresinin yapısı

Yapay sinir ağları yapay sinir hücrelerinin birbirine bağlanmasıyla oluşan yapılardır. Yapay sinir ağları üç ana katmanda incelenir; Giriş Katmanı, Ara (Gizli) Katmanlar ve Çıkış Katmanı [3]. Yapay sinir ağının katmanları şekil 4 'te gösterilmektedir.



Şekil 4. Yapay sinir ağının yapısı

2.3. Bulgular ve Karşılaştırmalar

Siparişe göre fason üretim yapan firma bünyesinde 8 buçuk saat kaynaklı imalatta üretim yapmaktadır. Firma sektörde yapılan her türlü değişikliğe hızlı bir şekilde cevap vermek zorundadır ve bundan dolayı yeni üretilecek her ürün için yapılacak üretim zaman tahmini firma için çok önemlidir. Yapılan analizlerde ortaya çıkan tahminler eğer fazla olursa, siparişi zamanında yetiştirememesi sorunu ile karşı karşıya kalacaktır. Analizler sonucunda zamanı az tahmin ederler ise firma yapacağı iş planlaması sonucunda boşa kalan ve çalışmayan makineler ortaya çıkacaktır. Bu nedenlerden dolayı yapılacak zaman tahmini firmayı maddi anlamda zarara uğratabilecek en öncelikli parametre haline gelmektedir.

Firmada süre ölçümleri zaman etüdü ile yapılmaktadır. Lazer ve bükümden gelen parçalar, kaynaklı imalatta yapılan kaynaklama, montaj, temizleme, doğrultma ve taşıma işlemleri ile zamanları ölçülerek zamanlar kayıt altına alınmıştır. Fakat bu zamanlar firmada bir veri tabanında tutulmamaktadır ve aynı ürün kaynaklı imalatta üretilirken farklı zamanlar gözlenebilmektedir. Firmanın süreler ile alakalı yaptığı tahminler, süreklilik göstermemekle birlikte ölçülen verilerden çok uzak olabiliyordu. Yaşanan bu farklılığın iyileştirilmesi firma için önemli bir adımdır.

Çalışmada yapay sinir ağlarının kullanılmasının temelinde hızlı ve esnek bir araç olarak kullanılabilmesi yatmaktadır. İnsan gibi düşünme yetisine sahip olan YSA ile değişken verilere karşı doğru cevap verilmektedir.

Bu girdilere karşılık hesaplanacak parametre ölçüm zamanları olarak belirlenmiştir. Fabrikada yapılan çalışmalarda yapay sinir ağlarında kullanılacak 94 örnek veri toplanmıştır ve bu veriler ağ eğitimi için kullanılmıştır. Çalışmada standart zamanı en çok etkileyen veriler firmadan alınan bilgilere göre belirlenmiştir. Girdiler ve çıktı aşağıdaki parametrelerden oluşmaktadır:

Çıktı:

Y: Ölçülen Zaman: Parçanın kaynaklı imalatta üretilmesi gereken süre.

Girdiler:

X₁: Montaj Parça Adedi: Parçanın oluşması için alt montaj sayısı.

X₂: Ağırlık: Parçanın kilogramı.

X₃: Ebat: Parçanın en x boy x uzunluk (m³).

Ürünler arasında geometrik farklılıklar çok fazla olduğundan dolayı parametreler arasında belirli bir önem sırası yoktur. Çalışmada çıktı olarak ise sadece ölçülen zaman örneklendirilmiştir.

Ölçülen zamana etki eden kaynaklama, montaj, doğrultma, temizleme ve taşıma zaman değerlerinde ağa girdi olarak verilebilirdi fakat bu değerler çıktıya etki etmeyecekti. Çünkü bu değerler tüm işlemin toplam ölçülen zamanını oluşturuyordu. Direk girdi olarak eklenebilecek bu değerlerin ağ için anlamlı bir değer olmadığı belirlenmiştir. Çalışmada kaynaklı imalat zamanı çıktı olarak kabul edilmiştir.

Burada verilerin ağırlıkları çok fazla farklılık gösterdiği için gruplama yapılmıştır. Böylelikle daha sağlıklı veriler elde edilecektir. 0-30 kg arası, 30-100 kg arası, 100-250 kg arası, 250 ve üzeri olmak üzere 4 grup oluşturulmuştur.

Toplam 94 örnek, 3 girdi ve 1 çıktı toplanarak, çalışmada kullanılacak örnek uzay oluşturulmuştur. Çalışmada veriler excel üzerinden işlenmiştir ve matlaba aktarılmıştır. Matlab YSA kullanılarak çözüme ulaşılmıştır.

Excelden matlaba aktarılan veriler sayısal matris olarak belirlenir. 0-30, 30-100, 100-250, 250 kg ve üzeri veriler için ayrı oluşturulan excel dosyaları aşağıdaki komutlar ile matlaba aktarılıp yorumlanmaya başlar. 0-30 kg için;

```
net=newlind(x0_30,sure0_30)
sonuc=sim(net,x0_30)
sonuctest=sim(net,test)
weights = net.iw{1,1}
bias = net.b(1)
```

Normalize edilen veriler eğitim sonrası tekrar eski haline çevrilmektedir [7];

```
netice=sim(net,inp);
outp=mapminmax(sure0_30);
[outp, conf]=mapminmax(sure0_30);
cikti=mapminmax('reverse',netice,conf);
```

YSA'daki fonksiyonumuz doğrusal regrasyon bir fonksiyondur. $YSA = iw1 * X_1 + iw2 * X_2 + iw3 * X_3 + k$ şeklindeki denklem 0-30 kg arası veriler için şu şekli almıştır; $YSA = 75,4211 * X_1 + 62,1237 * X_2 + 11,4654 * X_3 + 18,3413$

0-30 kg arası ölçülen 51 değer ile fonksiyonun verdiği çıktı değerleri kıyaslanmıştır. Buradan çıkartılan hata oranı % 4,691 olmuştur.

Matlab YSA üzerinden 0-30 kg arası veriler için yapılan işlemler aynı şekilde 30-100, 100-250, 250 kg ve üzeri veriler içinde yapılmıştır. Tablo 1 'de kg aralıkları için kullanılan veri sayısı ve oluşan fonksiyonlar gösterilmektedir.

Tablo 1. Veriler İçin Doğrusal Fonksiyonlar

Kullanılan Veri	Adet	Fonksiyon	Hata Oranı
0-30 kg arası veriler	51	$YSA = 75,4211 * X_1 + 62,1237 * X_2 + 11,4654 * X_3 + 18,3413$	0,046913
30-100 kg arası veriler	13	$YSA = 74,05404 * X_1 + 59,3006 * X_2 + 10,69838 * X_3 + 120,0986$	0,006282
100-250 kg arası veriler	14	$YSA = 74,68399 * X_1 + 61,10696 * X_2 + 10,59457 * X_3 + 0,2923$	1,475E-05
250 kg ve üzeri veriler	16	$YSA = -215,376 * X_1 + 11,63172 * X_2 + 9,79179 * X_3 + 25817,803$	0,085852

Veri havuzundan rassal olarak alınan ölçümler, ağırlıklarına göre bu fonksiyonlara işlenmiştir. Tablo 2 'de rassal alınan değerlerin gerçek süreleri ile YSA süreleri kıyaslanmıştır. Süreler arasındaki fark tespit edilip hata oranları belirlenmiştir.

Tablo 2 Verilerin bir kısmının çalışma sonrasındaki tahmini süreleri ve hata oranları

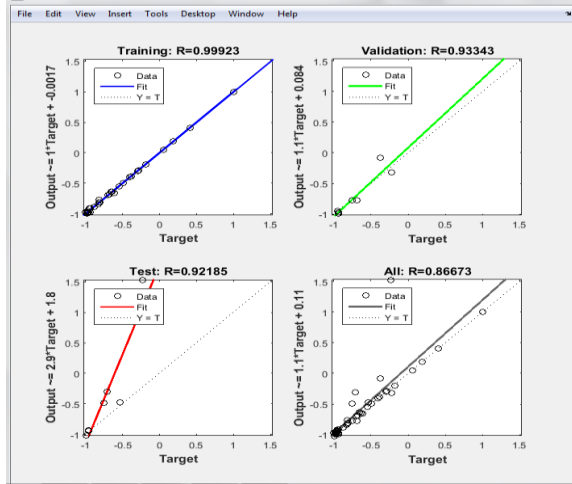
Montaj Adedi	Ağırlık (kg)	Ebat (m ³)	Gerçek Süre (sn)	YSA Süre (sn)	Mutlak Fark(sn)	Hata Oranı
25	132.166	786.9448461	18281	18280.99678	0.003216494	1.75947E-07
21	121.42	695.14632	16353	16353.03952	0.039520682	2.41672E-06
19	122	694.7424	16235	16234.83422	0.165781232	1.02113E-05
20	241.5	1957.74784	36993	36992.79947	0.200526771	5.42067E-06
37	203	1568.6253	31787	31787.22335	0.223354621	7.0266E-06
41	206	670.9469	22759	22758.76355	0.236451667	1.03894E-05
21	157.27	2000.813871	32377	32376.7103	0.289702181	8.94778E-06
25	206	742.0062	22317	22316.66244	0.337563666	1.51259E-05
38	239	1552.7304	33893	33893.35827	0.358273928	1.05707E-05
18	222	269.104	17761	17761.39041	0.39040528	2.1981E-05
6	162	140.05992	11832	11831.59839	0.401613366	3.3943E-05
22	201	1414.473984	28912	28911.58268	0.417323333	1.44343E-05
20	191.5	2120.187492	35658	35658.42974	0.429737118	1.20516E-05
7	123.5	267.8538896	10907	10907.58657	0.586573139	5.37795E-05
10	5.3	8.96682	1203	1204.616088	1.616088028	0.001343382
17	68.97	111.86	6669	6665.700449	3.2995512	0.00049476
8	65.5	74.06	5385	5389.042243	4.0422428	0.000750649
5	75.25	230.802	7417	7421.946451	4.94645076	0.000666907
5	6.6	2.174172	825	830.3909716	5.390971649	0.006534511
7	4	4.2	837	842.93848	5.93848	0.007094958
4	8.8	129.05424	2340	2346.372743	6.372743296	0.002723395
5	8	7.708	974	980.8117032	6.8117032	0.006993535
2	2.4	1.44	342	334.790556	7.209444	0.021080246
5	3.7	0.693	626	633.2500122	7.2500122	0.011581489
5	3.7	5.709	681	690.7604586	9.7604586	0.014332538
11	72.62	74.2742	6046	6035.716228	10.2837722	0.001700922
2	1	0.79016	252	240.3667005	11.63329954	0.046163887
4	0.405	0.04725	334	345.7275387	11.72753865	0.035112391
3	5.5	6.0588	644	655.7515155	11.75151552	0.018247695
4	0.359	0.03975	331	342.783858	11.78385795	0.035600779
3	0.162	0.025675	242	254.9630135	12.96301355	0.053566172
3	0.5	0.117648	264	277.0153314	13.01533138	0.049300498
3	0.315	0.16506	253	266.0660444	13.06604442	0.051644444
3	0.184	0.0098	243	256.1477217	13.14772172	0.054105851

Matlab üzerine aktarılıp analiz edilen veriler eğitilmek üzere yapay sinir ağlarına aktarılır. Yapay sinir ağında eğitime soktuğumuz verilerin; %70'i eğitim için, %15'i eğitimin onaylanması için, %15'i ise eğitimin test aşaması için kullanıldı.

Bu oranlarda kullanılacak verilerin seçimini YSA arka planda seçilen girdi ve çıktı verilerinden rasgele almaktadır.

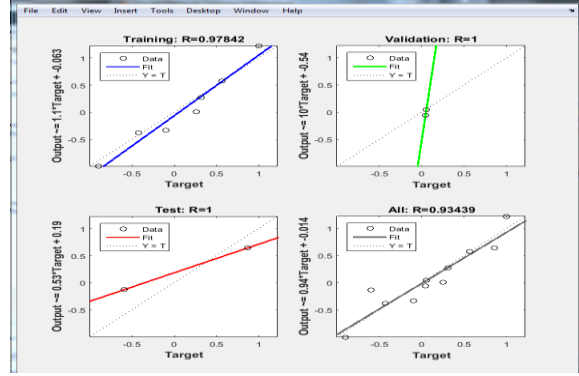
Eğitimde; MSE eğitimin hata oranını ve R(parametreler arasındaki ilişki) eğitimin ne kadar sağlıklı işlendiğini göstermektedir. Nöron sayısını deneme yanılma yolu ile değiştirerek MSE oranını en düşük R oranını en yüksek bulmaya çalıştık. R oranının %85 üzerinde olmasına dikkat edilmiştir.

Şekil 5 'te 0-30 kg arasındaki verilerin eğitim sonrası R grafikleri verilmiştir. Eğitim (training) grafiğinde R değeri 0,99923, onaylama (validation) grafiğinde R değeri 0,93343, test grafiğinde R değeri 0,92185 ve tüm verilerin işlendiği eğitim grafiğinde R değeri 0,86673 verilmiştir. R değerlerinin %85 'in üzerinde olması eğitimi başarılı kılmıştır.



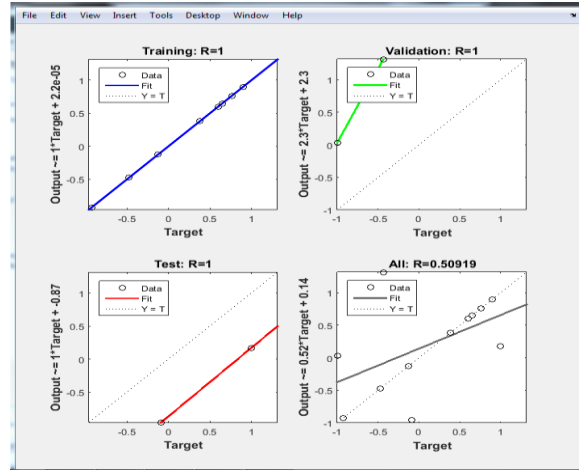
Şekil 5 YSA 0-30 kg arası veri eğitiminin R grafikleri

Şekil 6 'da 30-100 kg arasındaki verilerin eğitim sonrası R grafikleri verilmiştir. Şekilde de görüleceği üzere R değerleri %85 'in üzerinde çıkmıştır ve eğitimi başarılı geçmiştir.



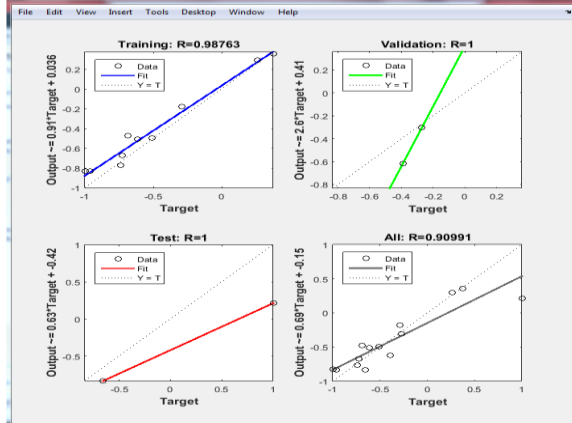
Şekil 6 YSA 30-100 kg arası veri eğitiminin R grafikleri.

Şekil 7'de 100-250 kg arasındaki verilerin eğitim sonrası R grafikleri gösterilmiştir. Eğitim, onaylama ve test değerleri %85 üzeri çıkarken, 100-250 kg arası tüm verilerin işlendiği eğitimde R değeri %50 olarak verilmiştir.



Şekil 7 YSA 100-250 kg arası veri eğitiminin R grafikleri.

Şekil 8 'de 30-100 kg arasındaki verilerin eğitim sonrası R grafikleri verilmiştir. Şekilde de görüleceği üzere R değerleri %85 'in üzerinde çıkmıştır ve eğitimi başarılı geçmiştir.



Şekil 8 YSA 250 kg ve üzeri veri eğitiminin R grafikleri

Tablo 3 'de eğitilen verilerin parça ağırlığına göre dört gruba ayrıldığı görülmektedir. Nöron sayısını deneme yanılma yolu ile değiştirerek MSE oranını en düşük R oranını en yüksek bulunmasıyla belirlenmektedir. Veriler YSA 'da eğitime, onaylamaya ve teste tabir tutulmuştur. YSA 'da analiz edilen verilerden oluşan tahmini değerlerin gerçeğe yakınlığı R değeri ile anlaşılmaktadır. Tahmini değerlerin hata oranlarını ise MSE değerlerinden görebiliriz.

Tablo 3 YSA'da Eğitim Çıktısı Olarak MSE ve R Değerleri

Kullanılan Veri	Nöron Sayısı	Eğitim Grubu	MSE	R
0-30 kg arası veriler	15	Eğitim	0.000320265	0.999227
		Onaylama	0.0151101	0.933425
		Test	0.477842	0.921853
30-100 kg arası veriler	19	Eğitim	0.0263337	0.979418
		Onaylama	0.00522421	1
		Test	0.133588	1
100-250 kg arası veriler	25	Eğitim	1.03299e-7	0.999999
		Onaylama	0.206281	1
		Test	0.0719405	1
250 kg ve üzeri veriler	12	Eğitim	0.0119529	0.987632
		Onaylama	0.0263680	1
		Test	0.325161	1

3. SONUÇ

Günümüz piyasa koşullarında, taleplere hızlı ve doğru bir şekilde cevap verebilmek çok önemlidir. Kısıtlı kaynakları en verimli şekilde kullanabilmek için gelen yeni taleplere doğru biçimde zaman tahmini yapmak herhangi bir firma için çok

önemlidir. Tahminlerdeki hatalar milyon lira seviyelerinde zarara yol açabilmektedir. Yapay sinir ağları birçok sektörde, geçmişten gelen verileri işleyip; bu veriler için geleceğe yönelik sonuç üretmede çok başarılı bir yöntemdir. Hemen hemen her akıllı cihaz yapay sinir ağları ile yapılan analizlere göre işlevlerini yerine getirmektedir.

Programda ilk aşamada tüm veriler gruplandırma yapılmadan ağa alındı. Fakat ağda eğitilmesi çok sağlıklı sonuçlar vermedi. MSE değerimiz yüksek çıkarken, ağın bize dönüş yaptığı R değeri %85'i aşamadı. Bu sebeple gruplama yapılarak birbirine yakın veriler aynı ağa alındı.

Yapay sinir ağları kullanılarak kaynaklı imalat sürelerinin tahminde en tutarlı sonucu 0-30 kg arası vermektedir. 0-30 kg arası çok fazla veri olması bunun en büyük etkenidir. Firmada diğer kg aralığında olan gruplar 0-30 kg grubuna kıyasla daha az üretilmektedir. Diğer aralıktaki grupların daha tutarlı sonuçlar vermesi için veri sayısı artırılabilir. Böylelikle değişen ağırlık katsayıları ile gerçeğe daha da yakın sonuçlar elde edilebilir.

Belirsizlikleri çözümlemede katı bir matematiksel model yerine insan düşünme sistemine daha yakın çözümler getirmesi açısından Yapay Sinir Ağları kullanılmıştır. Çağa ayak uydurmak adına günümüz teknolojilerinden yararlanmak çok önemlidir. Yapay Zekâ'nın yer edindiği bir ortamda SPSS yerine YSA kullanmak daha tutarlı bir karar olmaktadır. YSA' da oluşturulan program ayrıca en kısa öğrenme ve en az öz-yineleme sayısı ile öğrenmenin hangi parametrelerle gerçekleştiğini görüp, sadece bu parametrelerle problem çözümüne kolayca ulaşabilmektedir.

Her kullanıcıya hitap edebilen kullanıcı dostu ara yüz ile firmaya özel zaman tahmini için bir karar destek sistemi ortaya koyulmuştur. Bu çalışma ile aşağıdaki faydalar sağlanmıştır;

- Zaman tahmini konusunda tecrübesi olmayan bir çalışan için etkin zaman tahmini yapabilecek bir altyapı oluşturulmuştur.
- Zaman etüdünün, zaman alıcı, çaba gerektiren bir çalışma olmaktan çıkartıp, ucuz ve hızlı bir hale getirmiştir.
- Zamanı etkileyecek tüm faktörler ve bunların etkileri araştırmaya dâhil edilmiştir.
- Firmaya ekonomik yönüyle fayda sağlamıştır.

Bu çalışmanın diğer tahmin yöntemlerine göre üstünlükleri şu şekilde sıralanabilir;

- Ucuz olması
- Hızlı olması
- Tecrübe gerektirmemesi
- Tahminlerde istenilen hata oranını yakalayabilmesi.

Çalışmanın firmaya katkısı, firma sipariş için teklif sunacağı zaman atölyeye inmezsizin kaynaklı imalatta o siparişin ne kadar sürede üretileceğini düşük bir hata ile öğrenebilir ve buna göre siparişin karlılık durumuna göre üretilip üretilmeyeceğine karar verir.

Firma bu çalışmanın sonucunda hızlı ve ucuz bir tahmin programına sahip olmuştur. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, gerçek çıktılarla en çok yayılımı benzeyen modellerin belirtilmesi sağlanabilir. Böylelikle kullanıcı bu modeli problemin çözümünde gerçek değerlere en çok benzeyen model olarak kabul edip bu model katsayılarını saklayıp hızlı bir şekilde, en az hatalı ve en gerçek sonuçlara kolayca ulaşabilir. Ayrıca grafik gösterimine yeni gösterimler eklenebilir.

KAYNAKLAR

[1] Kubat, C., Matlab Yapay Zeka ve Sinir Ağları, Sakarya, 2012.

[2] Altın, S. Ş. Benzer Süreçlerde üretilen Ürünler İçin Yapay Zeka İle Zaman Tahmini. Yüksek Lisans Tezi. Başkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, 2011, Ankara.

[3] Çayıroğlu, İ. Yapay Sinir Ağları- İleri Algoritma Analizi. Y. Karabük Üniversitesi Makine Mühendisliği, 2015, Karabük.

[4] Çuhadır M. ve Kayacan C. Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Konaklama İşletmelerinde Doluluk Oranı Tahmini: Türkiye'deki Konaklama İşletmeleri Üzerine Bir Deneme. Süleyman Demirel Üniversitesi, 2005, Isparta.

[5] Karaatlı M., Helvacıoğlu Ö.C., Ömürbek N., Tokgöz G., Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Otomobil Satış Tahmini. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, Cilt 8, Sayı 17, 2012, Cilt 8, Sayı 17. DOI: <http://dx.doi.org/10.11122/ijmeh.2012.8.17.290>

[6] Es H.A. , Kalender F.Y., Hamzaçebi C. Yapay Sinir Ağları İle Türkiye Net Enerji Talep Tahmini. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., 2014, Cilt 29, No 3, 495-504.

DOI: <http://dx.doi.org/10.17341/gummfd.41725>

[7] İnternet:

<http://www.mathworks.com/help/nnet/ref/mapminmax.html?requestedDomain=true> , Ocak 2017.

Evin SÜTCÜ*

Evin Sütücü, 7 Haziran 1992 'de Van 'da doğdu. 2011-2015 yılları arasında Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü 'nde lisans eğitimini tamamladı. 2015 yılı güz döneminde Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü 'nde yüksek lisans eğitimine başlamıştır ve şuan tez aşamasındadır. 2017 yılında dış cephe giydirme sektöründe faaliyet gösteren özel bir firmada Planlama Uzmanı olarak işe başladı. Bir senelik tecrübenin ardından, 2018 Mart ayında medikal sektörde, ortopedi alanında yer alan özel bir firmada Planlama ve Satınalma Uzmanı olarak işe başlamıştır ve aynı firmada çalışmaya devam etmektedir.

EK (APPENDIX)

MONTAJLANAN PARÇA ADEDİ(X ₁)	AĞIRLIK (kg)(X ₂)	EBAT (BOY *EN *YÜKSEKLİK)	EBAT m ³ (X ₃)	TOPLAM SÜRE (sn)
3	0,031	16*18*68	0,019584	233
2	0,129	3*16*350	0,0168	222
2	0,140	10*127*70	0,0889	205
3	0,162	23*32*110	0,08096	242
3	0,162	79*65*5	0,025675	242
3	0,184	5*20*98	0,0098	243
2	0,278	122*35*6	0,02562	172
3	0,309	140*70*6	0,0588	251
3	0,315	131*90*14	0,16506	253
3	0,345	190*120*14	0,3192	256
4	0,359	6*25*265	0,03975	331
4	0,405	315*6*25	0,04725	334
2	0,407	5*80*80	0,032	225
2	0,425	105*212*5	0,1113	182
3	0,500	172*114*6	0,117648	264
2	0,5	256*60*33	0,50688	272
2	1,0	140*83*68	0,79016	252
2	1,5	596*72*12	0,514944	285
2	1,9	273*122*58	1,931748	333
2	2,000	80*176*146	2,05568	303
3	2,0	418*150*50	3,135	492
2	2	80*176*146	2,05568	293
2	2,4	300*160*30	1,44	342
5	3,700	200*165*21	0,693	626
5	3,700	165*200*173	5,709	681
5	3,7	165*200*173	5,709	660
7	4,000	600*70*100	4,2	837
10	5,300	298*295*102	8,96682	1203
5	5,6	1005*195*110	21,55725	1020
7	6	298*295*108	9,49428	990
9	6,45	490*262*5	0,6419	1073
3	6,470	1356*282*185	70,74252	1412
5	6,600	462*181*26	2,174172	825
5	8,000	940*410*20	7,708	974
5	8	940*410*20	7,708	944
4	8,8	588*372*590	129,0542	2340
20	9,780	392*709*30	8,33784	2249

4	9,8	750*841*55	34,69125	1370
3	10,000	1400*167*350,6	81,97028	1757
6	12,0	465*1011*45	21,15518	1512
3	13,1	813*50*60	2,439	1127
5	14,3	562*705*103	40,80963	1800
5	15,0	1811*216*165	64,54404	2040
2	17,806	236*236*932	51,90867	1844
5	18,5	1342*523*180	126,3359	2972
4	21,000	1287*659*46	39,01412	2058
5	21,000	1785*215*120	46,053	2212
6	21,0	180*1068*1665	320,0796	5481
16	27,000	393*169*1359	90,2607	3921
16	29,550	798*172*150	20,5884	3320
23	30,000	2300*345*130	103,155	4790
5	30,900	1300*527*59	40,4209	2775
4	33,850	2110*50*515	54,3325	3036
34	37,62	542,4*1868*100	101,3203	5912
21	44	1986,8*233,3*157	72,77271	5028
6	45,36	1450,6*621*104	93,68555	4213
4	48,71	1073*320*140	48,0704	3785
18	50,8	1683,5*539,3*100	90,79116	5411
8	65,5	2300*644*50	74,06	5385
17	68,97	4700*425*56	111,86	6669
11	72,62	2002*265*140	74,2742	6046
5	75,25	2860*538*150	230,802	7417
18	88	1076*958*95	97,92676	7759
21	121,42	2244*360*860,5	695,1463	16353
19	122	2244*860*360	694,7424	16235
7	123,5	2126*1529*82,4	267,8539	10907
25	132,166	2174*2027,9*178,5	786,9448	18281
21	157,27	3427,3*2302*253,6	2000,814	32377
6	162	2756*220*231	140,0599	11832
20	191,5	2319*2498*366	2120,187	35658
22	201	3332*2144*198	1414,474	28912
37	203	1909*1660*495	1568,625	31787
25	206	2510*2274*130	742,0062	22317
41	206	2405*2146*130	670,9469	22759
18	222	3058*110*800	269,104	17761
38	239	2120*4069*180	1552,73	33893
20	241,5	2458*2489*320	1957,748	36993

28	257,3	3717*2244*366	3052,787	50157
31	259	2510*2674*130	872,5262	27386
43	262	2300*2891*257	1708,87	37327
18	266	2498*2489*240	1492,205	33408
27	266,2	2258*3805*578,8	4972,87	70969
30	294,4	2322*3030*186	1308,633	34095
38	308	2086*2622*182	995,4475	32206
25	317,54	4963*650*150	483,8925	26398
34	330,69	2240*2629*276	1625,353	39967
53	333	2140*3329*243	1731,147	42648
59	333	3221*2110*243	1651,503	42252
25	336,338	4715*650*150	459,7125	27291
25	356,7	2479*4657,6*252	2909,64	54491
7	379	1723*635*760	831,5198	32492
4	540	2713*1225*675	2243,312	57064
218	848,6	2225*9832*230	5031,526	35045