

Havuç Kuruma Kinetiğinin Tahmininde Regresyon Analizi ve Yapay Sinir Ağlarının Kıyaslanması

Saliha Erentürk^{1*}, Köksal Erentürk²

¹ Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fak. Kimya Müh. Böl., Erzurum

² Atatürk Üniv., Mühendislik Fak. Elektrik-Elektronik Müh. Böl., Erzurum

* saliha.erenturk@gmail.com

Özet

Bu çalışmada farklı kuruma şartları ve farklı örnek kalınlıkları için havucun tek tabaka kuruma kinetiği incelenmiştir. Kuruma verileri kullanılarak kurutma eğrileri elde edilmiştir. Kuruma kinetiğini ifade etmek amacıyla literatürde bulunan dört farklı kurutma modeli sisteme uygulanmıştır. Modellerin kıyaslanması, r , r^2 , χ^2 , ve SSR değerleri bulunarak yapılmıştır. Bunlara ek olarak nem içeriği tahmininde yapay sinir ağı modelleri uygulanmış ve seçilen modellerle kıyaslanmıştır. En yüksek r ve r^2 en düşük χ^2 , ve SSR değerlerini diğer dört modele göre yapay sinir ağıları vermiştir. Buna göre havuç kuruma kinetiğinin tahmininde yapay sinir ağıları oldukça yüksek doğrulukla en iyi sonucu vermiştir.

Anahtar kelimeler: Havuç kurutma, yapay sinir ağıları, matematiksel modelleme

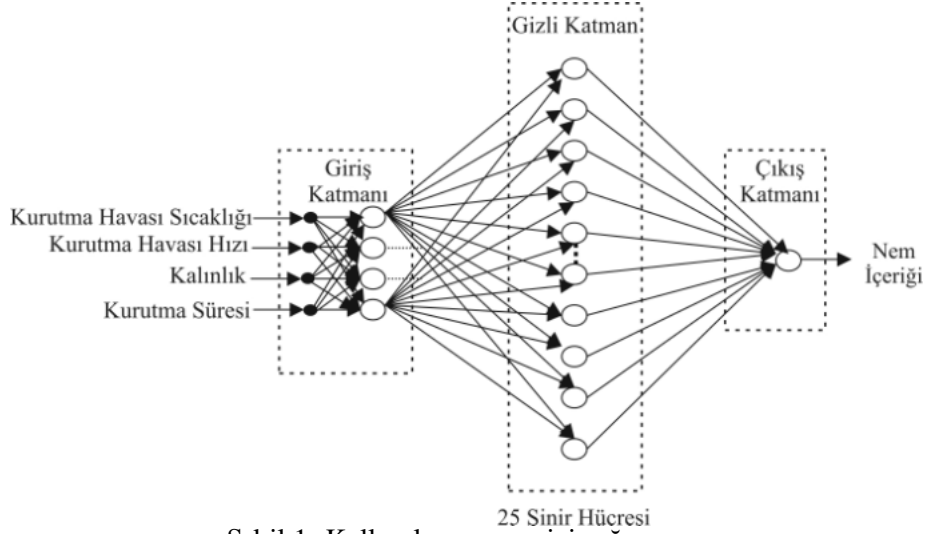
Giriş

Havuç insan beslenmesinde taze ve kurutulmuş olarak çok yaygın şekilde kullanılmaktadır. %80-90 nem içeren havuç kurutulduğunda hacmi beş kat azalırken saklama ömrü oldukça uzatılabilmektedir. Bu şekilde işlenmiş ve kurutulmuş havuç toz çorbalarda ve çeşnilerde kullanılmaktadır. Havuç kurutma ile ilgili literatür çalışmalarına örnek olarak, Prakash vd.(1) solar kabin, mikrodalga ve akışkan yatak kurutucuda havucun kuruma kinetiğini incelemişlerdir, Cui, vd.(2) mikrodalga-vakum kurutucuda havucun kuruma karakteristiğini incelemişlerdir, Litvin vd.(3) dondurarak kurutma, hava ve vakumlu kurutmanın bir kombinasyonunu kullanarak havucu kurutmuşlardır. Doymaz(4) çeşitli parametrelerin havuç kurutmaya etkisini incelemiş ve modellemiştir. Bunun haricinde çeşitli gıda maddelerin kuruma kinetikleri, modellenmeleri ile ilgili çalışmaların bazıları literatürde (5,6,7,8) bulunmaktadır. Bu çalışmada amaçlanan havuç kurumasına parametrelerin etkisinin incelenmesi ve elde edilen verilerin kullanılarak kuruma kinetiğinin ifadesi için regresyon analizi yöntemlerinin uygulanması, aynı zamanda yapay

sinir ağları kullanılarak nem içeriğinin tahmini ve analiz yöntemleri ile yapay sinir ağlarından elde edilen sonuçların kıyaslanmasıdır.

Materyal ve Yöntem

Havucun kurutulması konvektif tip bir kurutucuda gerçekleştirilmiştir. Kurutma deneyleri dört farklı kurutma havası sıcaklığında 60-70-80-90°C, üç farklı hava hızında 0.5-1.0-1.5 m/s, ve aynı zamanda üç farklı materyal kalınlığında 0.5-1 cm gerçekleştirilmiştir. Denemeler sırasında ağırlık azalmaları zamana bağlı olarak belirlenmiştir. Daha sonra bu veriler kullanılarak nem içerikleri hesaplanmış, boyutsuz nem içeriğine (MR) dönüştürülmüş ve farklı parametreler için zamana karşı (MR) grafikleri çizilmiştir. Kuruma kinetiğini ifade etmek için literatürde bulunan 4 matematiksel model (Newton, Page, Modifiye Page, Henderson ve Pabis) deneysel verilere uygulanmıştır. Modellerin kıyaslanması, r^2 , r , χ^2 , ve SSR değerleri bulunarak yapılmıştır. Ayrıca modellerden bağımsız olarak çalışan bir ileri yönlü yapay sinir ağı havucun nem içeriğinin tahmininde kullanılmıştır. Çok sayıda ağ konfigürasyonu denenmiş olup en az hatayı verdiği için 4-25-1 yapısı seçilmiştir. Seçilen yapay sinir ağı yapısı şekil 1' de verilmiştir.



Şekil 1. Kullanılan yapay sinir ağı yapısı

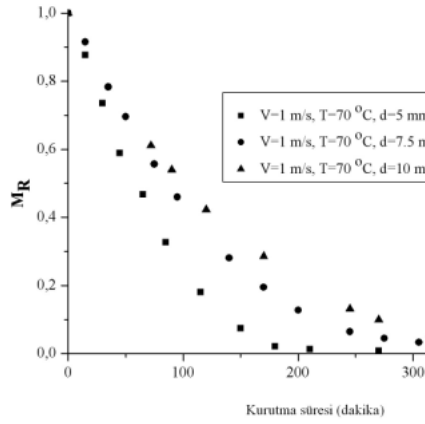
Geri yayılım algoritması ağın öğrenme ve testinde kullanılmıştır. Bu algoritmayı çözmek için MATLAB bilgisayar programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

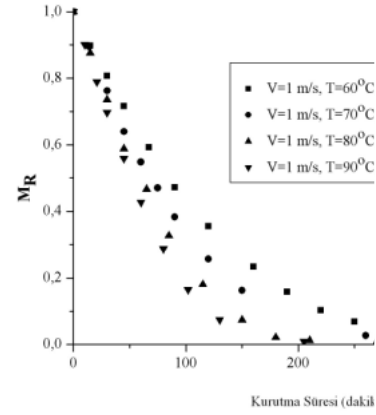
Havucun kurumasına materyal kalınlığının, hava sıcaklığının, hava hızının etkisi şekil 2, şekil 3, ve şekil 4' de verilmiştir. Çizelge 1' de deneysel elde edilen kurutma eğrilerine uygulan regresyon ve yapay sinir ağı modellerinin istatistiksel sonuçları verilmiştir. Çizelge 1' e göre denenen regresyon modelleri içerisinde en yüksek r ve r^2 en düşük χ^2 ve SSR değerlerini Modifiye Page eşitliği vermesine rağmen uygulanan yapay sinir ağı modelinin regresyon modellerinden daha yüksek r^2 ve r , daha düşük χ^2 ve SSR değerleri verdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak yapay sinir ağı, havucun nem içeriğinin tahmininde regresyon metotlarına göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

Çizelge 1. Kuruma süresi ve nem içeriğine göre incelenen modellerin istatistiksel sonuçları.

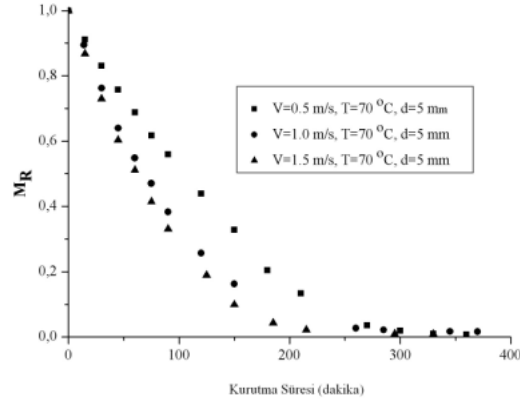
Model adı	Model eşitliği:	Korelas. Kat sys (r)	(r^2)	χ^2	SSR
Newton	$MR = \exp(-kt)$	0.9892	0.9785	2.45E-3	2.644
Page	$MR = \exp(-kt^n)$	0.9966	0.9932	2.61E-3	2.815
Modifiye Page	$MR = \exp(-(kt)^n)$	0.9985	0.9971	2.52E-3	2.725
Henderson & Pabis	$MR = a \cdot \exp(-kt)$	0.9876	0.9753	2.90E-3	3.132
Yapay sinir ağı modeli		0.9999	0.9998	1.89E-5	2.039E-3



Şekil 2. Kurumaya materyal kalınlığının etkisi.



Şekil 3. Kurumaya hava sıcaklığının etkisi.



Şekil 4. Kurumaya hava hızının etkisi.

Teşekkür

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi, Araştırma Fonu tarafından 2003/258 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

1. Prakasha S, Jhab SK, Datta N. 2004. Performance evaluation of blanched carrots dried by three different driers. *Journal of Food Engineering*, 62: 305–313.
2. Cu, ZW, Xu SY, Sun DW. 2004. Microwave–vacuum drying kinetics of carrot slices. *Journal of Food Engineering*, 65: 157-164.
3. Litvin S, Mannheim CH, Miltz J. 1998. Dehydration of carrots by a combination of freeze drying, microwave heating and air or vacuum drying. *Journal of Food Engineering*: 36, 103-111.
4. Doymaz I. (2004). Convective air drying characteristics of thin layer carrots. *Journal of Food Engineering*, 61, 359–364.
5. Erenturk K, Erenturk S, Tabil LG. 2004. A comparative study for the estimation of dynamical drying behavior of *Echinacea angustifolia*: regression analysis and neural network. *Computers and Electronics in Agriculture*, 45: 71–90.
6. Erenturk S, Gulaboglu MS, Gultekin S. 2004. The thin-layer drying characteristics of rosehip. *Biosystems Engineering*, 89:159-166.
7. Farkas I, Reményi P, Biró A. 2000. Modelling aspects of grain drying with a neural network. *Computers and Electronics in Agriculture*: 29, 99–113.
8. Morimoto T, Purwanto W, Suzuki J, Hashimoto Y. 1997. Optimization of heat treatment for fruit during storage using neural networks and genetic algorithms. *Computers and Electronics in Agriculture*, 19: 87-101.