

FUZZY Control Strategy Adapting to ISPM-15 Standarts

Aydın Mühürçü¹, Gülçin Mühürçü²

¹Sakarya University, Electrical-Eleektronical Engineering Department, Sakarya, Turkey, 54187

² Sakarya University, Machanical Engineering Department, Sakarya, Turkey, 54187

Abstract: This study covers a heating work that aims to avoid harmful organisms that they are possibly inside of wooden packing materials to be carried out or in between countries. The heat treatment process has been performed experimentally and in order to control the heat process there had been used a FUZZY based controller. The FUZZY rules had been optimized that the error between the reference values and output values of the process does not exceed 2% of the thermal treatment process that can be also defined as a multi-inputs multi-outputs (MIMO) system. During the control process it was observed that percentages of the system's errors were inside the desired limits effected by the FUZZY based controller.

Keywords: Ispm-15, fuzzy, control, mimo, fifo, wooden packing.

ISPM-15 Standardına Uyarlanmış FUZZY Kontrol Stratejisi

Özet: Bu çalışma, ahşap ambalaj malzemelerinin yurtdışı ve yurtiçi sirkülasyonu esnasında zararlı organizmaların taşınmasını ve yayılmasını önlemek amacıyla yapılan ısı işlem sürecini kapsamaktadır. Deneysel olarak gerçekleştirilmiş olan ısı işlem sürecini kontrol etmek amacıyla FUZZY tabanlı bir kontrol algoritması kullanıldı. Çok girişli çok çıkışlı (MIMO) bir sistem olan ısı işlem süreci, çıkış değerleri ile referans değerleri arasındaki hatanın %2 oranını aşmayacak şekilde FUZZY kuralları optimize edildi. Kontrol süresince FUZZY tabanlı kontrolörün sistem çıkışları ile referans girişleri arasındaki hata yüzdesinin istenen sınırlar içerisinde tuttuğu deneysel ortamda gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler: Ispm-15, fuzzy, kontrol, mimo, fifo, ahşap ambalaj.

Reference to this paper should be made as follows (bu makaleye aşağıdaki şekilde atıfta bulunulmalı):

A. Mühürçü, G. Mühürçü 'FUZZY Control Strategy Applying to ISPM-15 Standarts', Elec Lett Sci Eng vol. 6 (1) , (2010), 01-08.

* Corresponding author; Tel.: +(90) 264 295 5596, E-mail: amuhurcu@sakarya.edu.tr

1. Giriş

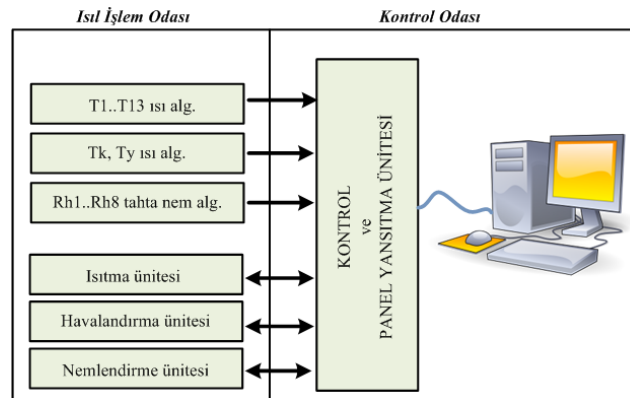
Ulusal ve uluslar arası ticareti yapılan ürünlerin yol boyunca koruma amacı ile ahşap ambalaj malzemeleri kullanılmaktadır. Bu ahşap ambalaj malzemelerin gövde içinde olabilecek zararlı organizmaların ülkeler (veya bölgeler) arası taşınmasını önlemek amacıyla, Türkiye'nin de üyesi olduğu IPPC (Uluslararası Bitki Koruma Konvansiyonu) genel kurulunun kabul ettiği ahşap ambalaj malzemeleri kullanımını düzenleyen ISPM-15 standardı yürürlüğe konulmuştur. Bitki sağlığı önlemlerine yönelik ambalaj malzemelerinin işaretlenmesini kapsayan ISPM-15, Türkiye'de 21 Haziran 2006'da yürürlüğe girmiştir.

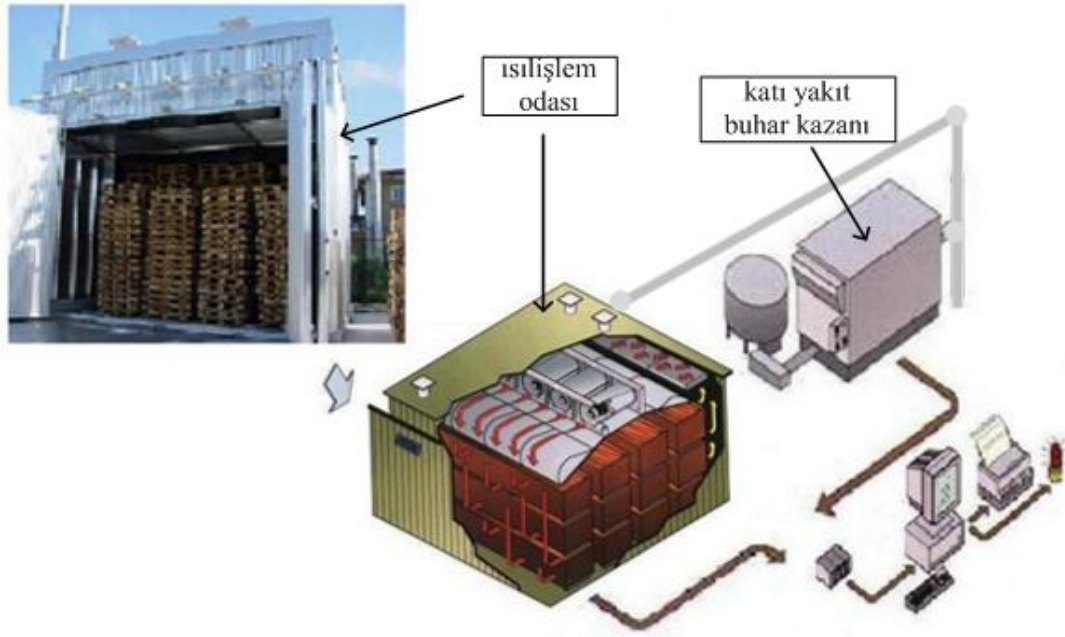
ISPM-15 standardı, ahşap ambalaj malzemelerinin kabuklarının soyulduktan sonra ısıtma işlemi (HT) veya metil bromür ile fumigasyon işlemi içerir. ISPM-15 standardını kabul etmiş ülkelerde, dezenfekte işleminden geçmemiş bu tür ambalaj malzemelerin ülke içindeki sirkülasyonları ve yurt dışı girişleri izin verilmemektedir. Fumigasyon işleminin zararlı etkileri ve maliyetinin yüksek oluşu, ahşap malzemeye ısıtma işlemi uygulaması tercih sebebi olmuştur [1].

Isıtma işlemi, ahşap ambalaj malzemesinin öz sıcaklığının 30 dakika süre ile 56°C ve üzerinde tutma yöntemidir. Isıtma işlemi süresince, oda sıcaklığı, tahta öz sıcaklığı (13 farklı nokta için), ortam nemi ve tahta nemi (4 farklı noktadan) periyodik olarak gözlemlenir. Ahşap malzemenin hızlı ısıtılabilmesi ve ısıtma işlemi süresince çatlama ve bozulmaları engellemek için ahşap malzemenin aşırı kuruması önlenmesi gerekir. Bu amaçla, ısıtma odasının bağıl nem oranı %75 ve üzeri tutulması gerekmektedir. Yüksek nem oranı aynı zamanda ısının ambalaj malzemesi özüne yayılmasını hızlandırmaktadır. Isıtma odasının sahip olduğu nem oranı, yaş ve kuru sıcaklık algılayıcı çıkış değerlerinden hesaplanır. Bu iki çıkış değeri arasındaki fark, 5°C'den az olması gerekir. Kuru ve yaş sıcaklık farkının 5°C ve üzeri olması durumunda ortam bağıl neminin hızla %75'in altına düştüğünü işaret eder.

2. Kontrol Süreci

Kontrol süreci algılama, değerlendirme, kontrol ve kaydetme olmak üzere 4 birime ayrılmaktadır. Algılama işlemi, ısıtma odasındaki algılayıcıları vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Değerlendirme, kontrol ve kaydetme süreci ise kontrol odasında gerçekleştirilmektedir, şekil 1.a.





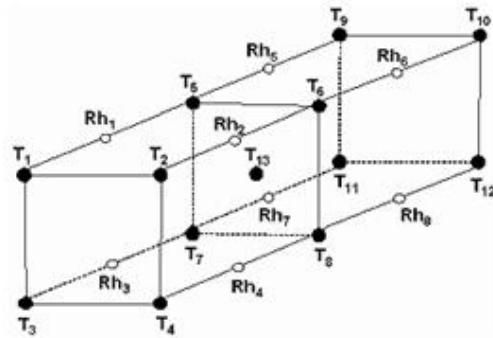
(b)

Şekil 1 a-Isıl işlem odası ve kontrol odası bölümleri.
b- Isıl işlem kontrol sürecine ait yapı.

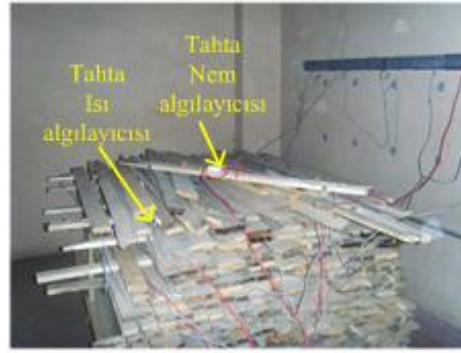
2.1. Algılama

Deneyisel ortamda gerçekleştirilen ısıtılma sürecinde, tahta ısısı, tahta nemi, ortam kuru ve ortam yaş sıcaklıkları uygun algılayıcılar kullanılarak ölçüldü, şekil 1. Sıcaklık algılayıcısı olarak PT100 ısı algılayıcısı kullanıldı [3]. Tahta nemi ise özel olarak tasarlanmış ve ağaç elektriksel direncini algılayan bir elektronik devre kullanıldı. Ölçülen tahta direnci, değerlendirme ünitesinde istatistiksel olarak tahta nem değerlerine dönüştürüldü.

Isıtılma odasına yerleştirilen ahşap malzemenin tümüne ait gerçekçi tahta ısısı ve nemi algılanabilmesi için, ısı ve nem algılayıcıları ahşap ürün üzerinde homojen olarak dağıtıldı, şekil 2.



(a)



(b)

Şekil 2 a- Grafiksel sıcaklık ve nem algılayıcıların ahşap malzeme üzerinde homojen dağılımı.
b- Uygulamada sıcaklık ve nem algılayıcısı ahşap malzeme üzerine homojen konumlandırma.

Şekil 3'de ısıl işlem odasındaki kuru ve yaş sıcaklık algılayıcıları görülmektedir. Bu iki sıcaklık algılayıcı çıkış değerleri aşağıdaki denklemlerde yerine yazılarak ortam nemi hesaplanışı verilmektedir.

$$A = 0.00066(1+0.00115T_y) \quad (1)$$

$$P_y = \exp\left(\frac{(16.78T_y - 116.9)}{(T_y + 237.3)}\right) \quad (2)$$

$$P_s = P_y - AP(T_k - T_y) \quad (3)$$

$$P_k = \exp\left(\frac{(16.78T_k - 116.9)}{(T_k + 237.3)}\right) \quad (4)$$

$$R_h = 100 \frac{P_s}{P_k} \quad (5)$$

Burada,

T_k : Oratam kuru sıcaklık değeri (°C).

T_y : Oratam yaş sıcaklık değeri (°C).

P : Ortam basıncı (kPa).

A : Dönüşüm katsayısı.

P_y : Doymuş buhar basıncı (kPa).

P_s : Su buhar basıncı (kPa).

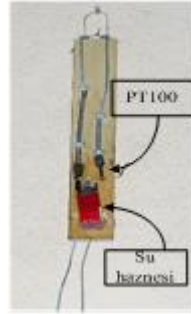
P_k : Kuru termometre sıcaklığı doymuş buhar basıncı (kPa).

R_h : Bağıl nem oranı.

şeklinde tanımlanmıştır.

Bu 2 sıcaklık algılayıcısı, ısıl odasında bulunan pervanelere ait hava itme veya çekme basıncını hissedebilecekleri bir şekilde duvara konumlandırıldı. Isıl işlem odasında bulunan pervanelerin

görevi, oda içerisinde hava sirkülasyonu oluşturmaktır. Böylece ısı odasında oluşturulan ısı, oda içerisindeki ahşap ürün çevresine homojen olarak dağıtılır.



Şekil 3 Yaş kuru sıcaklık algılama.

2.2. Değerlendirme ve Kontrol

Değerlendirme ve kontrol süreci kontrol odasında gerçekleştirildi, şekil 4. Değerlendirme sürecinde ısı işlem odasından algılayıcı bilgileri alınarak yorumlandı ve uygun kontrol işaretlerine dönüştürüldü. Bu işaretler ısı süreci kontrol eden ısıtma, havalandırma ve nemlendirme güç ünitelerine dağıtıldı.



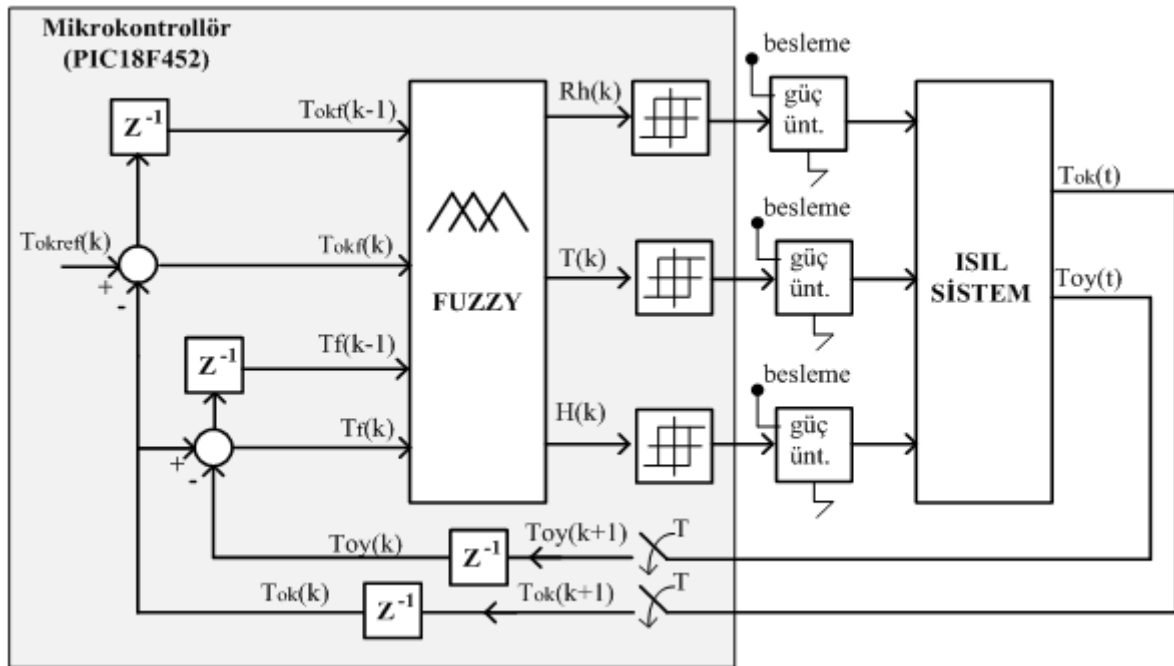
Şekil 4 Kontrol odası.

Kontrol edilen ısı sistem MIMO bir yapıya sahip olduğundan dolayı klasik kontrol algoritmalarından olan ve tek girişli tek çıkışlı (FIFO) yapıdaki P, PI veya PID kontrolör algoritmaları terk edilerek algılayıcı verilerinin değerlendirilmesi ve kontrol işaretlerinin üretilmesinde FUZZY algoritması kullanıldı. FUZZY, MIMO sistemlerin kontrolüne uygun bir yapıya sahiptir [2]. FUZZY tabanlı kontrol algoritması kullanılarak karmaşık ve yoğun işlemler içeren MIMO yapı kontrol yeteneğine sahip klasik kontrol algoritmalarına ait matematiksel ifadeler terk edildi. FUZZY algoritmasının sadeliği, kontrol sürecine hızlı adaptasyonu sağladı ve algoritma yazım sürecini kısaltarak güvenilirliğini artırdı. FUZZY kontrol algoritması PIC18F452 mikrokontrolörü kullanılarak oluşturuldu [4]. Mikrokontrolöre bağlanan çevre birimleri yardımı ile de güç üniteleri kontrol edildi.

2.3. Kontrol Düzenegi

Yukarıda da işaret edildiği üzere FUZZY tabanlı kontrol algoritması PIC18F452 mikrokontrolörü tarafından koşturuldu. Isıl sürecin arzu edilen referans değerini sağlayacak biçimde FUZZY kural tabanı düzenlendi, tablo-1. FUZZY giriş işaretleri, kural tabanına uygulanmadan önce bulanıklaştırıldı, şekil 6.

Kontrol edilen ısıl sisteme, nem kontrol işareti ($R_h(k)$), ısı kontrol işareti ($T(k)$) ve nem alma kontrol işareti ($H(k)$) olmak üzere 3 farklı kontrol işareti ilgili güç ünitelerine uygulandı. Giriş kontrol işaretlerine bağlı olarak sistem çıkışı olan kuru sıcaklık ($T_{ok}(t)$) ve yaş sıcaklık ($T_{oy}(t)$) büyüklükleri oluştu. Bu iki sıcaklık değeri mikrokontrolör analog digital dönüştürücüleri (ADC) vasıtasıyla dönüştürme periyodu (T) 5sn seçilerek ayrıklaştırıldı ve mikrokontrolör içerisinde alındı. Mikrokontrolör içerisinde kalan referans işareti $T_{okref}(k)$ 'ya 65°C set değeri verildi.



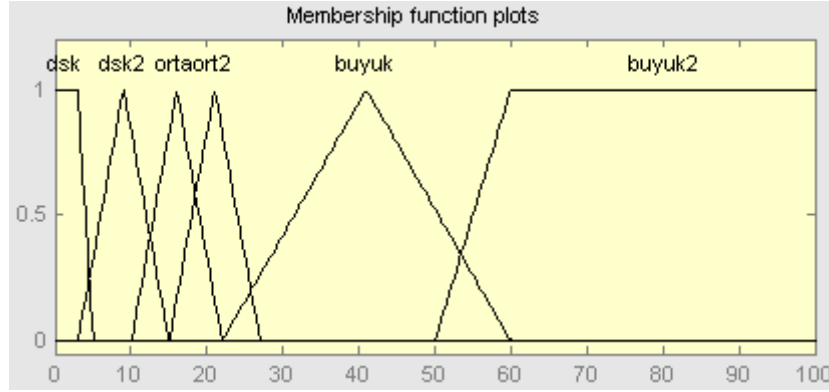
Şekil 5 FUZZY tabanlı kontrol edilen sisteme ait kapalı çevrim blok diyagramı.

T_{okref} kullanılarak sırasıyla kuru ve yaş sıcaklık arasındaki hata işareti ($T_f(k)$), bir örnekleme gecikmesine sahip kuru ile yaş sıcaklık arasındaki hata işareti ($T_f(k-1)$), kuru sıcaklık hata işareti ($T_{ok}(k)$) ve bir örnekleme periyodu gecikmesine sahip kuru sıcaklık hata işareti ($T_{ok}(k-1)$) hesaplanarak FUZZY algoritmasına giriş işaretleri olarak uygulandı.

Tablo 1 FUZZY kural tablosu.

	<i>Dsk</i>	<i>dsk2</i>	<i>orta</i>	<i>orta2</i>	<i>buyuk</i>	<i>buyuk2</i>
<i>dsk</i>	Dsk	dsk	orta	orta2	buyuk	buyuk2
<i>dsk2</i>	Dsk	orta	dsk2	orta2	buyuk	buyuk2
<i>orta</i>	Dsk	orta	orta2	orta	buyuk	buyuk2
<i>orta2</i>	Dsk	orta	buyuk	buyuk	orta2	orta2
<i>buyuk</i>	Dsk	orta	buyuk	buyuk	buyuk2	buyuk
<i>buyuk2</i>	Dsk	orta	buyuk	buyuk	buyuk2	buyuk2

Yukarıda verilen Mamdani kural tablosu en sol sütun işareti (k) anını, en yukarıdaki satır da aynı işaretin (k-1) anını temsil etmektedir. $T_f(k)$ ve $T_f(k-1)$ giriş işaretleri mamdani kural tablosu uygulanarak $R_h(k)$ çıkış işareti üretildi. $T_{of}(k)$ ve $T_{of}(k-1)$ giriş işaretleri mamdani kural tablosu uygulanarak $T(k)$ çıkış işareti üretildi. Yine $T_f(k)$ ve $T_f(k-1)$ giriş işaretleri mamdani kural tablosu üzerinden elde edilen çıkış işaretinin komplementi alınarak (100-ışaret) $H(k)$ çıkış işareti üretildi.



Şekil 6 FUZZ giriş işaretlerinin bulanıklaştırma işlemi.

Sistem çıkış işaretleri ortam gürültüsünü de içinde barındırır [5]. Güvenli bir şekilde işaretlerin alınması ve filtrelenmesi amacıyla şekil 6'da gösterilen bulanıklaştırma biçimi gerçekleştirildi. Aynı şekilde mamdani kural tablosu da filtrelenmeye katkıda bulunacak şekilde kurallar tanımlandı.

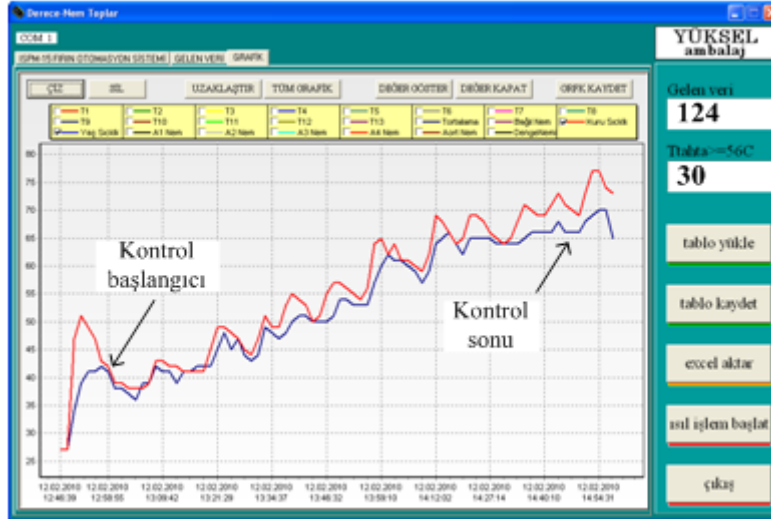
3. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, ISPM-15 standardını uygulamak zorunda olan ahşap ambalaj üretici şirketleri için gerçekleştirilmiş gerçek zamanlı bir uygulamadır.

Kontrol edilen sistemin istenilen çıkış cevabının yakalanabilmesi için FUZZY tabanlı bir kontrolör kullanıldı. Gerçekleştirilen deneysel çalışmada FUZZY tabanlı kontrolörün, referans değerine dayalı başarılı bir şekilde sistemi kontrol ettiği gözlemlendi. Şekil 7'de deneysel ortamda elde edilen yaş ve kuru sıcaklık eğrileri yansıtılmaktadır. Burada, kontrol süresince FUZZY tabanlı kontrolörün ortam sıcaklık farkının 5°C ve altında başarılı bir şekilde tuttuğu görülmektedir.

Gerçekleştirilen ısı işlem sürecinde kullanılan mikrokontrolör ve çevre güç birimlerini sayesinde, kontrol sisteminin kurulum aşaması minimum maliyete çekildi. Isı buharı, katı yakıt kazanı kullanılarak üretildi. Kazan için gerekli olan katı yakıt, firma içerisindeki ahşap ambalaj malzemelerinin atık parçalarından temin edildi. Üretilen ısı buharının maliyeti bu şekilde 0L olması sağlandı.

Proje kapsamında data ve kontrol verilerini ilgili birimlere iletmek için yaklaşık 100m kablo kullanıldı. Yeni ısı projelere esneklik kazandırılabilmesi amacıyla hava yolu (rf) data iletişimi tercih edilebilir.



Şekil 7 Isıl işlem odasına ait yaş ve kuru sıcaklık değerleri.

4. Teşekkür

Yazarlar, bu çalışmayı üniversite sanayi işbirliği projesi kapsamında destekleyen ve çalışmalarını kendi tesislerinde gerçekleştirilmesine imkan veren YÜKSEL AMBALAJ Lim.'te [6] ve kontrol sürecinin gerçekleştirilmesi gereken fonksiyonların türetilmesinde yardımcı olan İstanbul Zirai Karantina Müdürlüğü'ne [7], teşekkür eder.

References (Referanslar)

1. Tarım ve köy işleri bakanlığı, bitki sağlığı önlemlerine yönelik ahşap ambalaj malzemelerinin işaretlenmesi hakkında yönetmelik, T.C. resmi gazete, 86.Yıl, 26205.
2. Ian S. Shaw Fuzzy, Control of Industrial Systems: Theory and Applications, ISBN-10: 0792382498 Springer, (1998).
3. Gürdal, O., 'Algılayıcılar ve Dönüştürücüler', Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2000, pp 429-454.
3. R. Gunturkun, N. Yumusak, F. Temurtas, Detection of Harmonics by using Artificial Neural Network, TAINN 03 Conference, Canakkale, July (2003)
4. İnternet: www.microchip.com.
5. Dunn, W., Fundamentals of Industrial Instrumentation and Process Control, Blacklick, OH, USA: Mc-Graw-Hill Companies, 2005, pp.159-160.
6. "Yüksel ambalaj, (2010). <<http://www.yukselambalaj.net/>>"
7. "İstanbul Zirai Karantina Müdürlüğü, (2010). <<http://www.iska.gov.tr/anasayfa.asp/>>"