

# ÇAY VE KIZILÇAM ATIKLARI KULLANARAK ELDE EDİLEN YONGA LEVHANIN MEKANİK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN BULANIK MANTIK YÖNTEMİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Mümin FİLİZ<sup>1</sup>, Pınar USTA, Serap ERGÜN

## Özet

Bu çalışmanın amacı çay bitkisi atıkları (Camellia Sinensis) kullanarak üretilen yonga levhanın bazı özelliklerini deneysel yöntemler ile belirlemek ve sonuçların bulanık mantık yöntemi ile modellenebilirliğini araştırmaktır. Bu amaçla çay atığı ile Kızılçam odunu (Pinus Brutia) çeşitli oranlarında üre formaldehit tutkalı ile karıştırılarak belirli süre, basınç ve sıcaklıkta preslenerek her bir tutkal türü ve karışım oranı için 15 adet yonga levha üretilmiştir. Yonga levhalar üzerinde eğilme ve yüzeye dik çekme dayanımı, kalınlığına şişme oranı ve elastikiyet modülü deneyleri yapılmıştır. Deney sonuçlarında elde edilen sayısal değerlerin TSE-EN 310,317, 319 standartlarına uygunluğu belirlendikten sonra bulanık mantık yöntemi ile modellenmiş, gerçek değerler bulanık mantık değerleri ile karşılaştırılmıştır. Modelleme sonucunda gerçek değerler ile tahmin edilen değerler arasındaki doğruluk regresyon analizi ile bulunarak değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çay atığı, Kızılçam atığı, Yonga levha, Bulanık mantık

## EVALUATION OF COMPOSITE PLATE'S MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES FROM USING TEA AND RED PINE WASTES WITH FUZZY LOGIC

### Abstract

The purpose of this study, particle board produced with tea waste (Camellia sinensis), with some of the features of experimental methods to identify and evaluate the results be modelled with fuzzy logic method. For this purpose, tea waste with waste red pine logs (Pinus brutia), mixed with various ratios of urea formaldehyde glue a certain period of time, pressure and temperature and the mixture is pressed for the proportion of each type of glue made and 15 pieces made of particle board. On the plates, the resistance to bending, perpendicular to the surface tension, the thickness of the swelling and modulus of elasticity were also determined. Experimental results of the numerical values obtained after determination of compliance with TSE-EN 310,317,319 standards are modeled with fuzzy logic method, fuzzy logic values are compared with actual values. As a result of modeling accuracy between the predicted values with actual values were assessed by regression analysis there.

**Keywords:** Tea waste, Red pine waste, Particleboard, Fuzzy Logic

## 1. Giriş

Nüfus ve teknolojiye hızlı gelişmelere bağlı olarak ortaya çıkan mekân, enerji ve hammadde sorununu çözmek için ormanlardan aşırı derecede faydalanma yoluna gidilmiştir (Öner ve Aslan, 2002). Bu bol ve tükenmez gibi görünen orman kaynaklarının zamanla tükenmesine neden olmuştur. Orman kaynaklı ürünlerdeki talebin devam etmesi ya da artması halinde ihtiyaç duyulan odun kaynağı karşılanamayacaktır. Bu konuda herhangi bir önlem alınmaması halinde ormanların yok olacağı, ileride iklimsel değişikliklere yol açacağı hatta çölleşme nedeniyle çok ağır çevresel sorunlara yol açacağı öngörülmektedir (Rowell, 1996; Şahin, 2006). Bu yaygın kullanım, artan talep ve ormanlardaki ağaçların yetiştirme sürecinden çok daha hızlı bir şekilde yok edilmesi sonucunda odun esaslı malzemelerin üretimine devam

<sup>1</sup> SDÜ Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü, Isparta, TURKEY  
E-mail: muminfiliz@sdu.edu.tr

edebilmek için oduna alternatif olabilecek malzeme arayışına gidilmiştir (Demirkır, 2006). Bu nedenle bir zamanlar kullanılması düşünülmeyen yıllık bitkilerin, tarımsal atıkların ve atık maddelerin farklı amaçlar için odun yerine kullanılabilirliği araştırılmıştır (Atchison, 1993; Rowell, 1996; Young, 1997; Youngquist, 1999).

Kalaycıoğlu (1992) Sahil Çamı odunlarının yonga levha üretiminde kullanılabilirliğini araştırarak yonga levha üretiminde kullanılacak hammadde kaynaklarına yenisini eklemiştir. Grigoriou vd. (2002) yaptıkları çalışmada ÜF tutkalı kenaf öz kısımları ve sanayi odunlarında % 8 oranında, kenafın dış kısımları kabuklarda % 10-12 oranında, 3. 4 N/mm<sup>2</sup> basınç altında 180° C' de 4 dakika presleyerek her birinde tek tabakalı levhalar elde etmiş ve kenaf öz kısımlarını ile kabuk kısımlarını ve sanayi odunlarını karşılaştırmışlardır. Ntalos and Grigoriou (2002) budanmış asma dallarından yonga levha üreterek karakteristik özelliklerini incelemiştir. Ntalos ve Grigoriou (2002) budanmış asma sapsarı ile sanayi odunu kullanarak tek tabakalı yonga levha üretmişlerdir. Batalla vd. (2004) yer fıstığı kabuğundan 0.59-0.80 gr/cm<sup>3</sup> yoğunlukta, 6 kg/cm<sup>2</sup> basınç uygulayarak farklı sıcaklık ve sürelerde farklı tutkal türleri ile yonga levhalar üretmiş ve normal odundan yapılmış yonga levha özellikleri ile karşılaştırmaları neticesinde benzer sonuçların elde edildiğini tespit etmişlerdir. Bektaş vd. (2005) ayçiçeği sapsarı ve kavak odunu ile 0.7 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluklu 3 tabakalı levha üretmişlerdir. Gürü (2006) badem kabukları ile yonga levha üretimi üzerine yaptıkları bilimsel çalışmalar neticesinde badem kabuklarının yonga levha üretimine uygun bir hammadde olduğunu bildirmişlerdir. Demirkır (2006) kontrplak üretimi sırasında oluşan odunsu atık ve artık materyalleri yonga levha üretmişlerdir. Karakuş (2007) çeşitli bitkisel sera atıklarının (patlıcan, biber, domates) yonga levha üretimine uygunluğunu tespit etmiştir. Yeniocak (2008) bağ budama atıklarını kullanarak yonga levhalar oluşturmuş ve gerçekleştirdiği deneysel çalışmada diğer çalışmalarla benzer sonuçlar elde etmiştir.

Günlük yaşantımızda, kesin olduğunu düşündüğümüz ancak gerçekte kesin olmayan durumlarla karşılaşırız. Bu durumların sistematik bir biçimde öngörülebilmesi ancak bazı kabullerin yapılmasından sonra mümkün olmaktadır (Kıyak ve Kahvecioğlu, 2003).

Gelişen bilgisayar teknolojisi ile beraber geniş bir kullanım alanı bulan yapay zekâ teknikleri, mühendislik alanında en çok optimizasyon amaçlı olarak kullanılmakta ve diğer klasik yöntemlere göre daha iyi sonuç vermektedir (Uygunoğlu ve Yurtçu, 2006).

Çalışmanın amacı Türkiye'deki çay (*Camellia Sinensis*) bitkisinin yonga levha üretiminde kullanılabilirliğini araştırmaktır. Çalışmada çay (*Camellia Sinensis*) atığı ile Kızılçam (*Pinus Brutia*) sırasıyla % 100-0, % 75-25, % 50-50, % 25-75, % 0-100 oranlarında karıştırılmıştır. Basınçlı pres altında her bir tutkal türü ve karışım oranı için 15 adet yonga levha üre formaldehit tutkalı kullanılarak üretilmiştir. Yonga levhalar üzerinde eğilme dayanımı, yüzeye dik çekme, kalınlığına şişme ve elastikiyet modülü deneyleri yapılmıştır. Bu deneyler sonucunda elde edilen sayısal değerler bulanık mantık yöntemi ile modellenmiş, gerçek değerler bulanık mantık değerleri ile karşılaştırılmıştır ve regresyon analizine tabi tutularak modelin tahmin ettiği değerler ile deney sonucunda elde edilen değerler ilgili grafiklerde gösterilmiştir.

## 2. MATERYAL

### 2.1. Materyal

**2.1.1. Çay Atıkları:** Doğrudan üretim atığı olmamakla beraber, çay bahçelerinin imarı esnasında ilk defa 3. yılın sonunda ve 20 cm yüksekten başlayan budama işlemi sonucundaki budama atıkları üretim dışı çay atığı olarak tanımlanabilirler. Ülkemizde yaklaşık 90.000

hektarlık alanda çay üretimi yapılmaktadır. Toplam 3 sürgün döneminde yaklaşık olarak 1.100.000 ton yaş çay üretimi meydana gelmektedir. Bu miktara bağlı olarak yaş çayın işleme aşamasında önemli miktarlarda çay atığı ortaya çıkmaktadır. Atık miktarı ise çay ürününün fiziki durumuna, işletme tekniği ve teknolojisine bağlı olarak değişmekte birlikte, imal edilen kuru çayın % 7'sine ve bazen de % 15'ine kadar çıkabilmektedir (Cındık, 1992).

**2.1.2. Kızılçam Odunu:** Orman bölge müdürlüğünden elde edilen bilgiler ışığında, Akdeniz bölgesinde yılda 200.000-225.000 m<sup>3</sup> kızılçam ağacı kesilmektedir. Ağaç türüne ve gövde çapına göre değişmekle birlikte ağacın %9-24'ünü kabuk teşkil etmektedir. Bu oran % 10 olarak kabul edilirse bölgede yaklaşık olarak 200.000-225.000 m<sup>3</sup> kızılçam atığı oluşmaktadır (Arslan, 2008).

Akdeniz bölgesinde yoğun olarak bulunan bir bitki türü olan kızılçam odunu çeşitli çalışmaların yonga levha üretim basamağında kullanılmıştır.

**2.1.3. Üre Formaldehit Tutkalı:** Üre formaldehit tutkalı (UF) üre ile formaldehitin yaptığı bir kondenzasyon ürünüdür. Hem kuru hem de sıvı hallede elde edilebilmektedir. Elde edilecek tutkalın özelliklerini; sıcaklık, reaksiyon süresi, PH değeri, katalizör konsantrasyonu ve üre formaldehitin molar oranı etkilemektedir (Çolakoğlu, 2001).

### 3. METOD

#### 3.1. Yonga Levha Üretimi:

Çalışmada çay atıkları Akdeniz bölgesinde yoğun olarak bulunan Kızılçam (Pinus Brutia) ile % 100-0, % 75-25, % 50-50, % 25-75, % 0-100 oranlarında ve her bir numune grubu Üre formaldehit tutkalı ile karıştırılarak basınçlı pres altında levhalar üretilmiştir. Kızılçam yongaları Isparta ilinde kurulu Orman Ürünleri Entegre A.Ş. tesislerinden (Orma A.Ş.), çay atıkları ise Rize ili Azaklıhoca köyü Çaykur Çay Fabrikası'ndan temin edilmiştir. Hammaddeler etüvde 105±3°C ve % 2-3 rutubet derecesine gelinceye kadar kurutulmuş, işleme hazır hale getirilmiştir. Belirli oranlardaki çay ve kızılçam karışımı, üre formaldehit tutkalı ile 175 °C sıcaklıkta, 4 dk süreyle preslenerek çalışmada kullanılacak levhalar üretilmiştir. Kullanılan tutkalın özellikleri Tablo 1' de, üretilen levhaların özellikleri Tablo 2' de görülmektedir. Üretimde tutkal için %20'lik amonyum klorür sertleştirici maddesi kullanılmıştır. 0.500 ± 50 g/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda üretilen levhalarda da tutkal oranı tam kuru yonga ağırlığının % 12'sidir. Tutkallarda kullanılan sertleştirici miktarı ise % 65'lik tutkal çözeltisinin % 5'lik çözeltisi oranındadır.

Tablo 1. Kullanılan tutkalın özellikleri

Özellikler	UF
Çözelti (%)	65 ± 1
Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	1.27-1.29
pH (25 °C)	7.5-8.5
Viskozite, Dın/cPs 25°	150-200
Jelleşme süresi (s, 100 °C)	25-30
Kullanma süresi (gün)	60
Akışkanlık süresi (s, 25 °C)	20-30
Serbest CH <sub>2</sub> O (max.) %	0.19

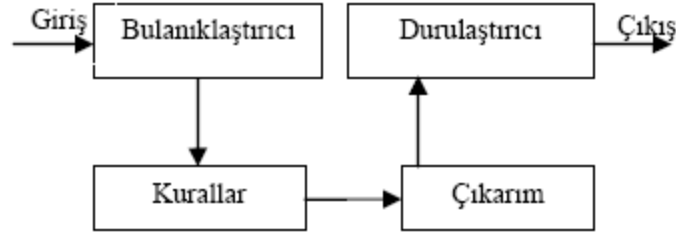
Tablo 2. Üretilen levhaların özellikleri

Çay oranı (%)	Kızıl Çam oranı (%)	Kullanılan Tutkal	Levha Yoğunluğu gr/cm <sup>3</sup>
100	0	UF	0.500 ± 50
75	25	UF	0.500 ± 50
50	50	UF	0.500 ± 50
25	75	UF	0.500 ± 50
0	100	UF	0.500 ± 50

### 3.2. Geliştirilen Bulanık Mantık Modeli

Her insan, günlük hayatında kesin olarak bilinmeyen, bazen de önceden sanki kesinmiş gibi düşünülen, ama sonuçta kesinlik arz etmeyen durumlarla karşılaşabilir. Bu durumların sistematik bir şekilde önceden planlanarak sayısal öngörülerinin yapılması ancak bir takım kabul ve varsayımlardan sonra mümkün olabilmektedir. Genel olarak, değişik biçimlerde ortaya çıkan karmaşıklık ve belirsizlik gibi tam ve kesin olmayan bilgi kaynaklarına bulanık (fuzzy) kaynaklar adı verilir. Zadeh (1968), gerçek dünya sorunları ne kadar yakından incelemeye alınırsa, çözümün daha da bulanık hale geleceğini ifade etmiştir (Subaşı vd., 2008). 1965’de L. A. Zadeh (Lütfi Askerzade), yeni bir matematiksel yöntemi açıklayan “Fuzzy Sets (Bulanık Kümeler)” adlı ünlü makalesini Information and Control isimli dergide yayınladı. Bu yöntem, “kısa adam”, “güzel kadın” veya 1’den daha büyük gerçek sayılar” gibi belirsiz kümeleri veya şüpheli fikirleri elde etmeye ve tanımlamaya olanak sağlamıştır. O zamandan günümüze, bulanık kümeler kuramı hem Zadeh’ in kendisi, hem de sayısız araştırmacı tarafından hızlı bir biçimde geliştirilmiştir. Aynı zamanda bu kuramın gerçek uygulamaları da başarılı bir biçimde gerçekleştirilmiştir (Zadeh, 1965).

Bulanık mantık yaklaşımında sistem Şekil 1’te gösterildiği gibi temel olarak 4 bileşene sahiptir. Bunlar; bulanıklaştırma, bulanık kural tabanı, bulanık çıkarım motoru ve durulaştırma. Ayrıca giriş verileri ve çıkış verileri de vardır.



Şekil 1. Bulanık bir denetleyicinin yapısı

*Girdi* değerleri çoğunlukla kesin değerlerdir. *Bulanıklaştırıcının* görevi, bulanık kümeler (burada girdiler bulanık üyelik fonksiyonları tarafından tanımlanan bulanık değişkenlerdir) içine kesin sayıları haritalamaktır. *Kurallar* “Eğer-İse” kurallarının oluşturduğu bulanık mantığı esas alır.

Tipik bir “Eğer - İse” kuralını şöyle örneklebiliriz.

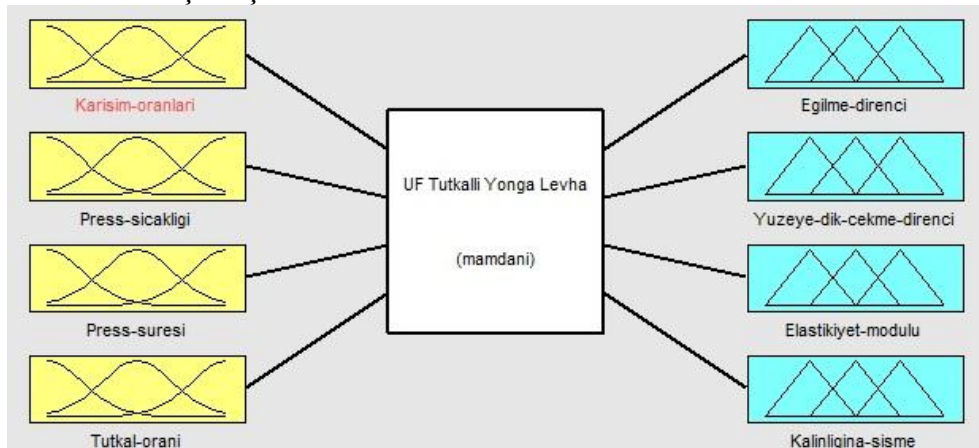
Eğer *Su miktarı* “ÇOK FAZLA” ise *Basınç dayanımı* “ÇOK DÜŞÜK” tür.

*Çıkarım*, Bulanık kural tabanında giriş ve çıkış bulanık kümeleri arasında kurulmuş olan parça ilişkilerin hepsini bir arada toplayarak sistemin bir çıkışlı davranmasını temin eden işlemler topluluğunu içeren bir mekanizmadır.

*Durulaştırıcı* ise Bulanık çıkarım motorunun bulanık küme çıkışları üzerinde ölçek değişikliği yapılarak gerçek sayılara dönüştürdüğü birimdir (Kişi vd., 2003).

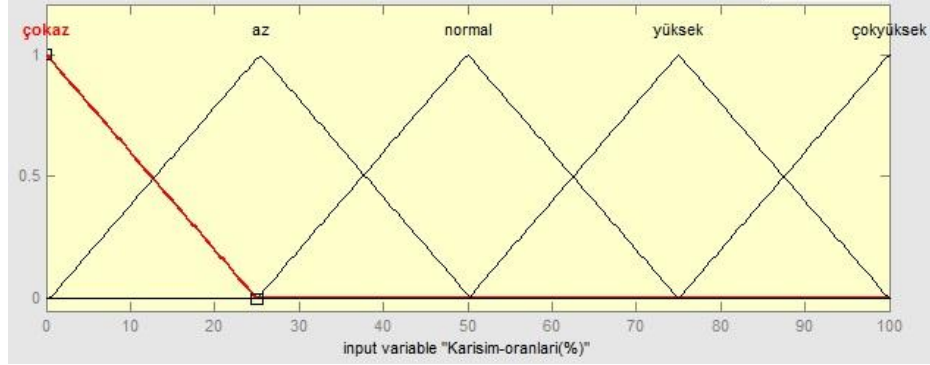
Bu çalışmada çay (*Camellia Sinensis*) atığı ile Kızılçam (*Pinus Brutia*) sırasıyla % 100-0, % 75-25, % 50-50, % 25-75, % 0-100 oranlarında karıştırılarak; üre formaldehit tutkalı kullanılarak basınçlı pres altında her bir tutkal türü ve karışım oranı için üretilen 15 levha üzerinde eğilme dayanımı, yüzeye dik çekme, kalınlığına şişme ve elastikiyet modülü deneyleri yapılmıştır. Bu deneyler sonucunda elde edilen sayısal değerler bulanık mantık yöntemi ile modellenmiştir.

Şekil 2’ de görüldüğü üzere 4 girdi ve 4 çıktılı bulanık mantık modeli geliştirilmiştir. Modele girdi olarak karışım oranları, pres sıcaklığı, pres süresi ve tutkal oranı parametreleri seçilirken çıktı olarak da eğilme direnci, yüzeye dik çekme direnci, elastikiyet modülü ve kalınlığa şişme parametreleri seçilmiştir.

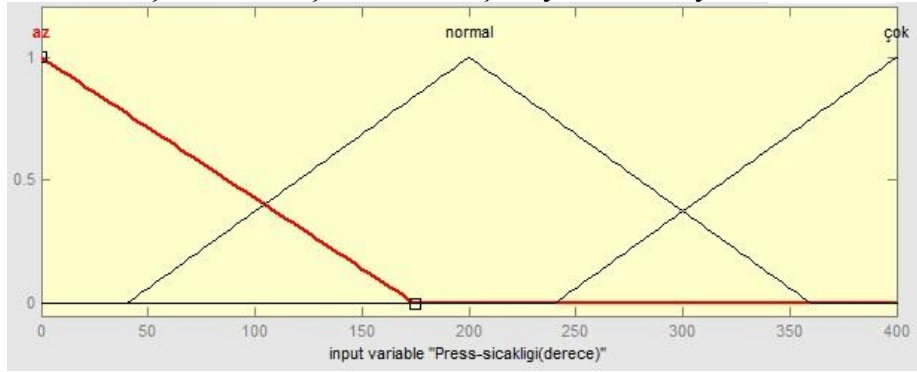


Şekil 2. Geliştirilen bulanık mantık modelinde giriş ve çıkış parametreleri

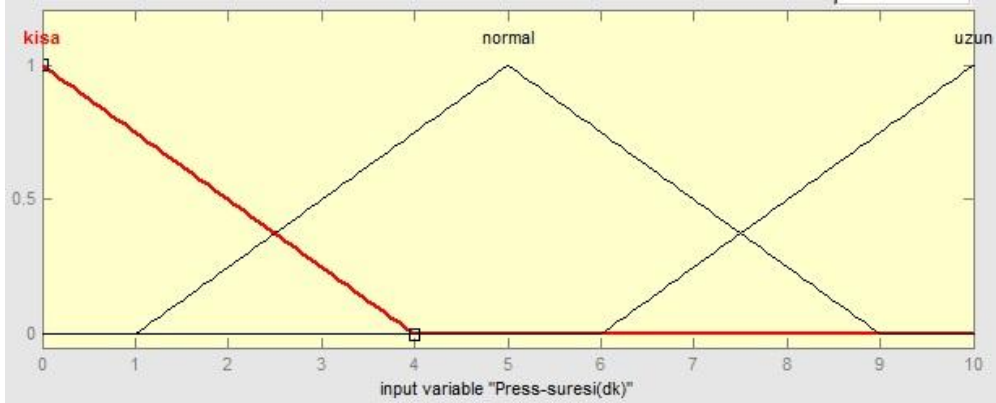
Girdi olarak seçilen karışım oranları, pres sıcaklığı, pres süresi ve tutkal oranı parametrelerinin üyelik fonksiyonları sırasıyla Şekil 3, 4, 5, 6 da; çıkış parametreleri olarak seçilen eğilme direnci, yüzeye dik çekme direnci, elastikiyet modülü ve kalınlığa şişme parametreleri sırasıyla Şekil 7, 8, 9, 10 da verilmiştir.



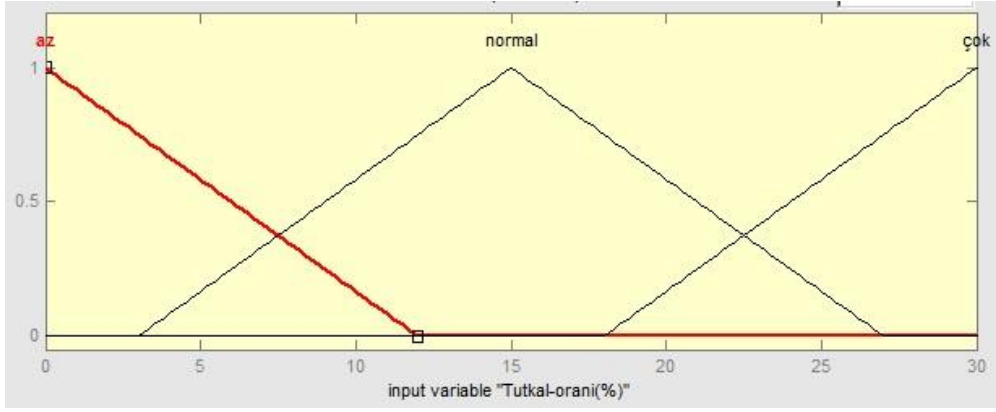
Şekil 3. Karışım oranları için üyelik fonksiyonları



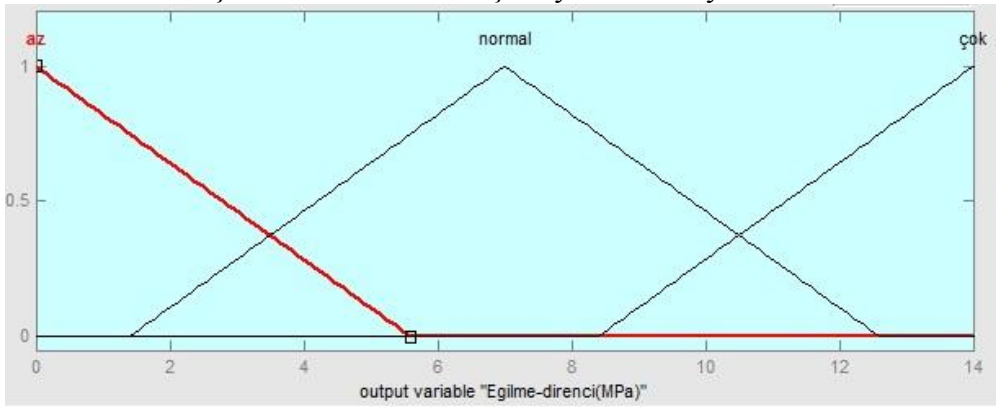
Şekil 4. Pres sıcaklığı için üyelik fonksiyonları



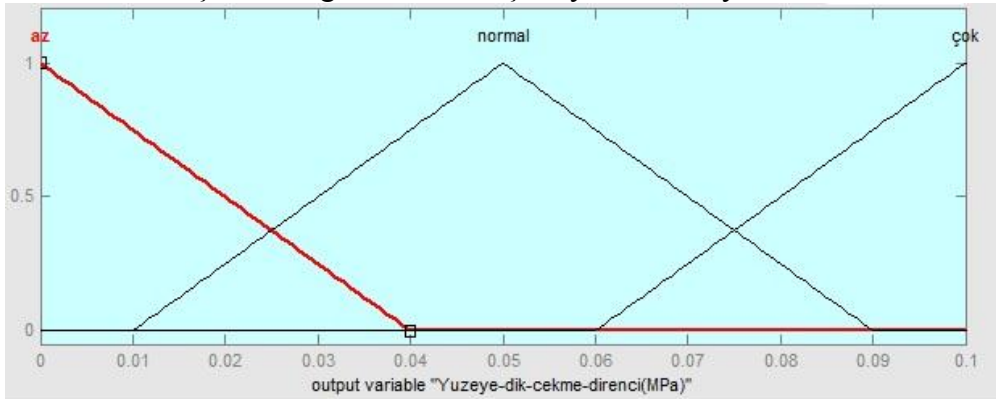
Şekil 5. Pres süresi için üyelik fonksiyonları



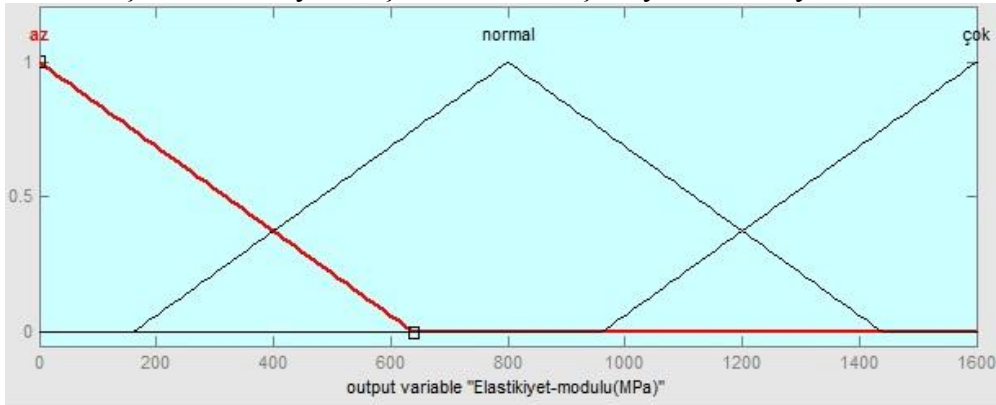
Şekil 6. Tutkal oranı için üyelik fonksiyonları



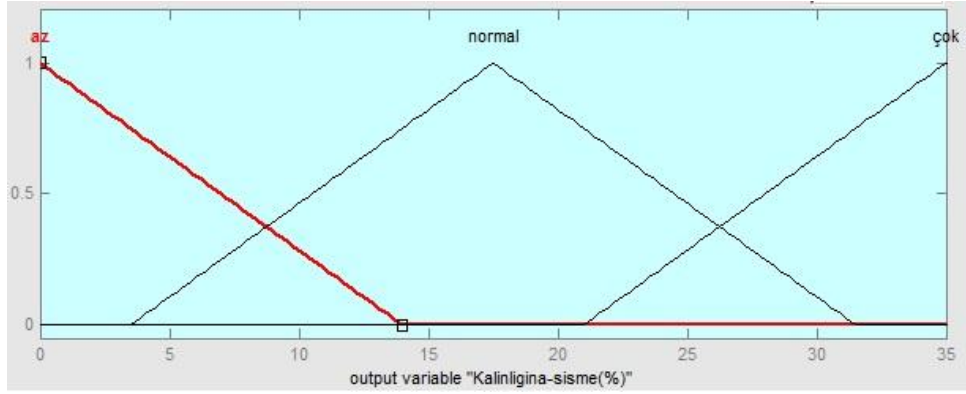
Şekil 7. Eğilme direnci için üyelik fonksiyonları



Şekil 8. Yüzeye dik çekme direnci için üyelik fonksiyonları



Şekil 9. Elastikiyet modülü için üyelik fonksiyonları



Şekil 10. Kalınlığına şişme için üyelik fonksiyonları

Geliştirilen model için uygulanan kurallardan bazıları aşağıda verilmiştir.

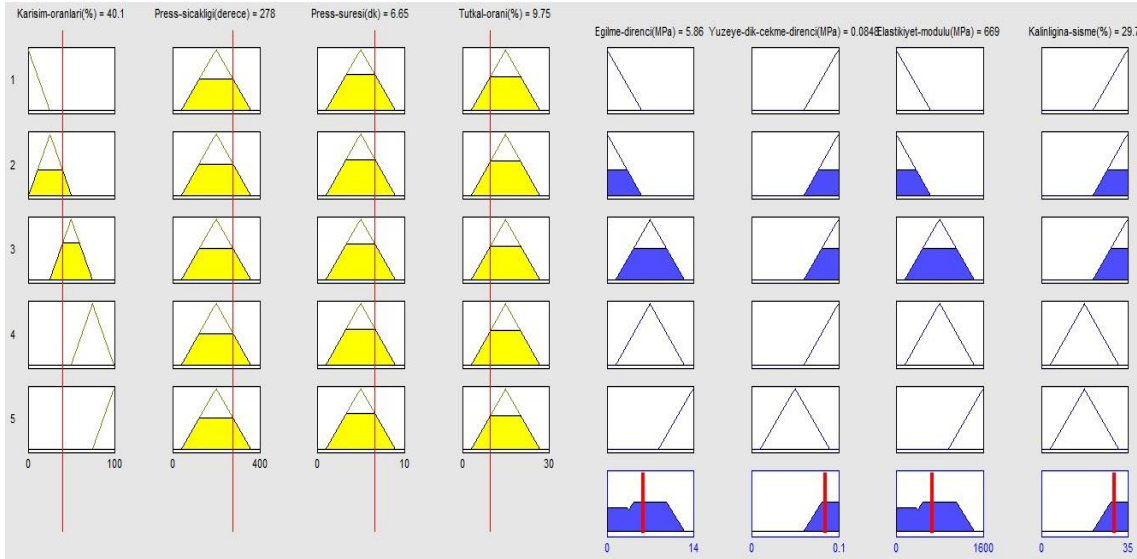
1. Eğer Karışım-oranları çok az ve Pres sıcaklığı normal ve Pres-suresi normal ve Tutkal oranı normal ise Eğilme direnci az Yüzeye dik çekme-direnci çok Elastikiyet modülü az Kalınlığına şişme çok' tur.
2. Eğer Karışım-oranları az ve Pres sıcaklığı normal ve Pres-suresi normal ve Tutkal oranı normal ise Eğilme direnci az Yüzeye dik çekme direnci çok Elastikiyet modülü az Kalınlığına şişme çok' tur.
3. Eğer Karışım-oranları normal ve Pres sıcaklığı normal ve Pres-suresi normal ve Tutkal oranı normal ise Eğilme direnci normal Yüzeye dik çekme direnci çok Elastikiyet modülü normal Kalınlığına şişme çok' tur.
4. Eğer Karışım-oranları yüksek ve Pres sıcaklığı normal ve Pres-suresi normal ve Tutkal oranı normal ise Eğilme direnci normal Yüzeye dik çekme direnci çok Elastikiyet modülü normal Kalınlığına şişme normal' dir.
5. Eğer Karışım-oranları çok yüksek ve Pres sıcaklığı normal ve Pres-suresi normal ve Tutkal oranı normal ise Eğilme-direnci çok Yüzeye dik çekme direnci normal Elastikiyet modülü çok Kalınlığına şişme normal' dir.

Çalışma kapsamında toplam 135 kural yazılmıştır.

### 3. Araştırma Bulguları

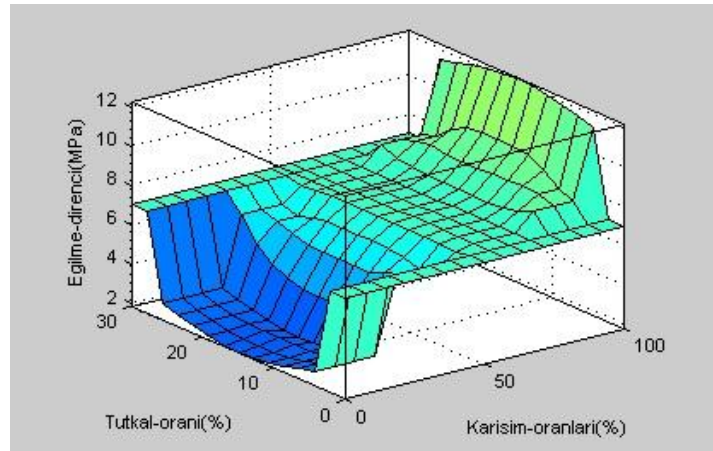
Bulanık mantık denetleyici bölümünden olan durulayıcı biriminden alınan sonuçlar Şekil 11' de verilmiştir. Çalışmada örnek 5 kural verildiği için Şekil 11'de bu 5 kural için sonuçlar gözükmemektedir. Modelleme sonrasında hesap sonuçları kullanılarak modelin geçerliliği test edilmiştir.





Şekil 11. Geliştirilen bulanık modele ait durulaştırma ekran ara yüzü

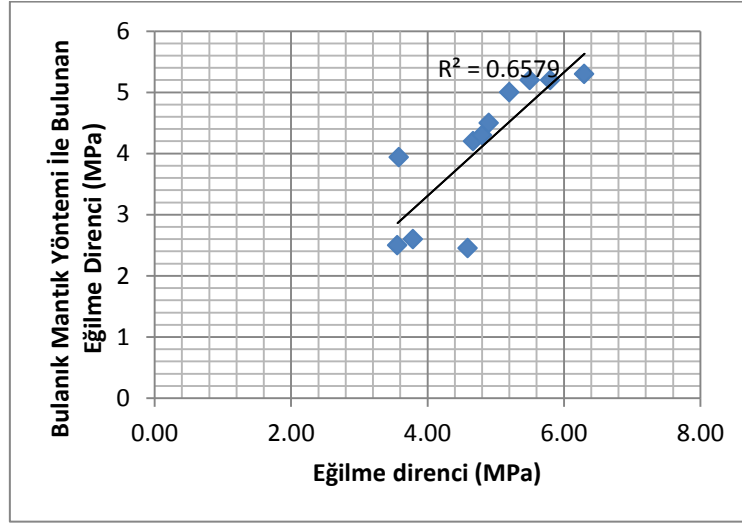
Bulanık mantık denetleyici bölümünden olan durulayıcı biriminden alınan sonuçlar yardımıyla UF katkılı yonga levhaya ait karışım oranları-tutkal oranı-eğilme direnci arasındaki ilişki Şekil 12’ de, karışım oranları-tutkal oranı-yüzeye dik çekme direnci arasındaki ilişki Şekil 14’ de, karışım oranları-tutkal oranı-elastikiyet modülü arasındaki ilişki Şekil 16’ de, karışım oranları-tutkal oranı-kalınlığına şişme arasındaki ilişki Şekil 18’ te grafik ortamında verilmiştir.



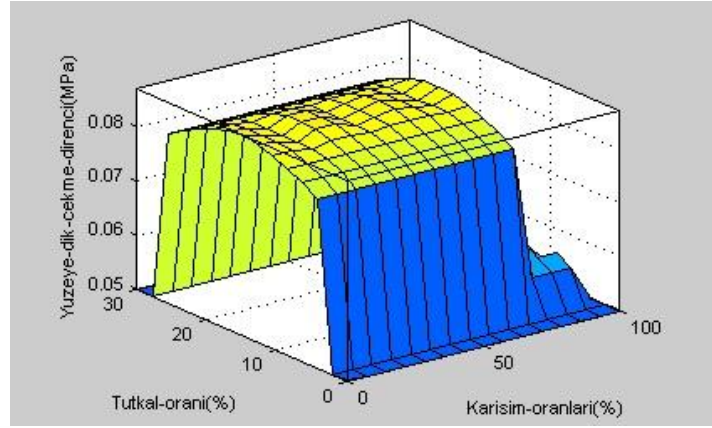
Şekil 12. Karışım oranları-tutkal oranı-eğilme direnci arasındaki ilişki

Şekil 12’ de görüldüğü üzere yonga levha üretimindeki karışım oranlarında çay atığı miktarı azaldıkça % 100 çay atığı içeren levha grubuna göre eğilme direncinde artma meydana gelmiştir.

Şekil 11’ de görülen durulaştırma ekranında girdilere bağlı olarak modelin tahmin ettiği eğilme direnci ile deney sonucunda elde edilen eğilme direnci karşılaştırılmış ve aralarındaki ilişki Şekil 13’ de verilmiştir.



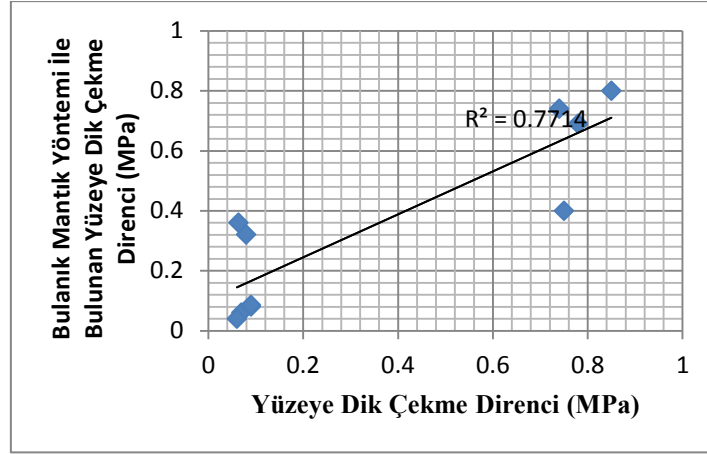
Şekil 13. Deney sonuçları ile modelin verdiği sonuçlar arasındaki ilişki



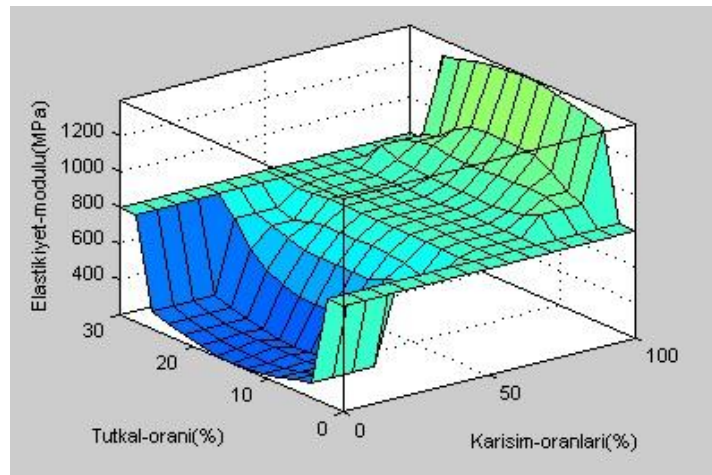
Şekil 14. Karışım oranları-tutkal oranı-yüzeye dik çekme direnci arasındaki ilişki

Şekil 14' de görüldüğü üzere yonga levha üretimindeki karışım oranlarında çay atığı miktarı azaldıkça % 100 çay atığı içeren levha grubuna göre elastikiyet modülünde artma meydana gelmiştir.

Şekil 11' de görülen durulaştırma ekranında girdilere bağlı olarak modelin tahmin ettiği eğilme direnci ile deney sonucunda elde edilen yüzeye dik çekme direnci karşılaştırılmış ve aralarındaki ilişki Şekil 15' de verilmiştir.



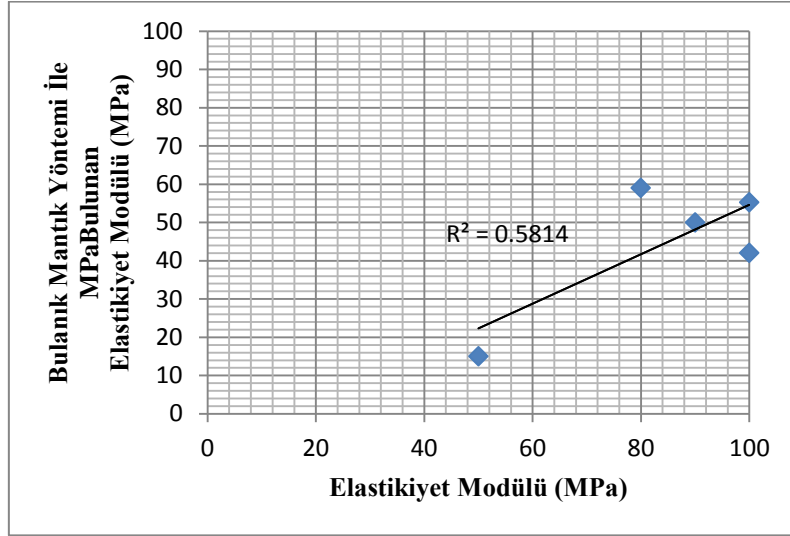
Şekil 15. Deney sonuçları ile modelin verdiği sonuçlar arasındaki ilişki



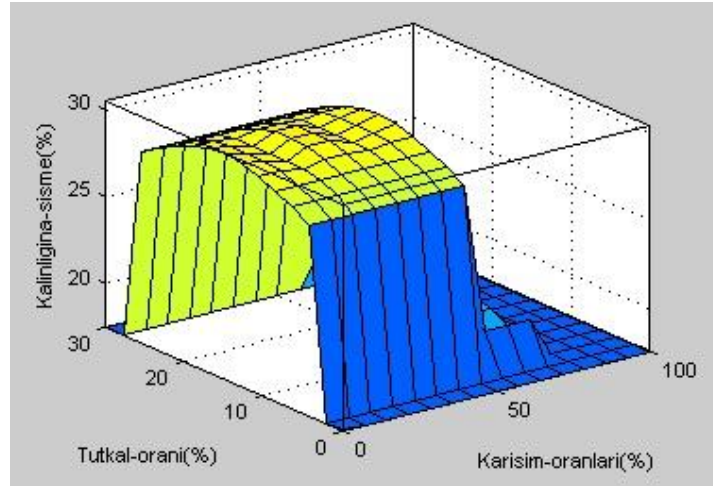
Şekil 16. Karışım oranları-tutkal oranı-elastikiyet modülü arasındaki ilişki

Şekil 16’ de görüldüğü üzere yonga levha üretimindeki karışım oranlarında çay atığı miktarı azaldıkça % 100 çay atığı içeren levha grubuna göre yüze dik çekme direncinde azalma meydana gelmiştir.

Şekil 11’ de görülen durulaştırma ekranında girdilere bağlı olarak modelin tahmin ettiği eğilme direnci ile deney sonucunda elde edilen elastikiyet modülü karşılaştırılmış ve aralarındaki ilişki Şekil 17’ de verilmiştir.



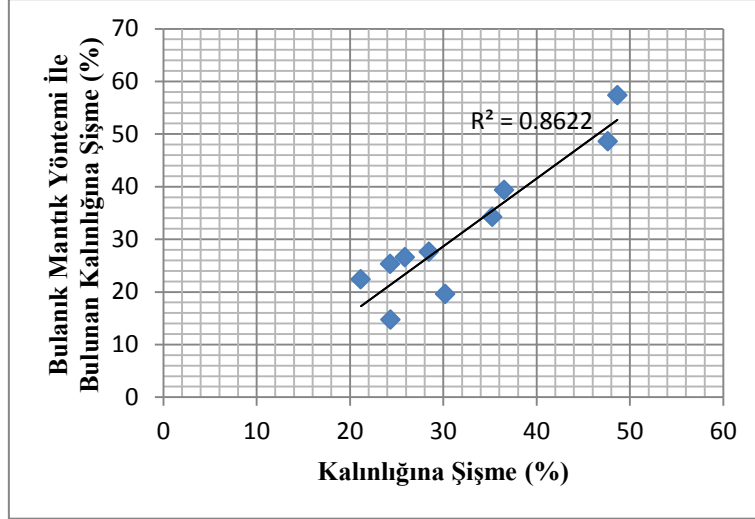
Şekil 17. Deney sonuçları ile modelin verdiği sonuçlar arasındaki ilişki



Şekil 18. Karışım oranları-tutkal oranı-kalınlığına şişme arasındaki ilişki

Şekil 18’ de görüldüğü üzere yonga levha üretimindeki karışım oranlarında çay atığı miktarı azaldıkça % 100 çay atığı içeren levha grubuna göre kalınlıkta artma) meydana gelmiştir.

Şekil 11’ de görülen durulaştırma ekranında girdilere bağlı olarak modelin tahmin ettiği eğilme direnci ile deney sonucunda elde edilen elastikiyet modülü karşılaştırılmış ve aralarındaki ilişki Şekil 19’ da verilmiştir.



Şekil 19. Deneysel sonuçları ile modelin verdiği sonuçlar arasındaki ilişki

Deneysel sonuçları ile geliştirilen modelin verdiği sonuçlar arasındaki ilişkiler regresyon analizleriyle ortaya konmuştur. Analiz sonuçları göstermektedir ki geliştirilen model ile deneysel sonuçları birbirini tamamlayıcı niteliktedir ve çalışma olumlu cevaplar vermiştir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada bulanık mantık ve yöntemiyle geliştirilen model vasıtasıyla çay atığı ve kızılçamın karıştırılmasıyla üretilen formaldehit tutkalı kullanılarak basınçlı pres altında oluşturulan levhalar üzerinde eğilme dayanımı, yüzeye dik çekme, kalınlığına şişme ve elastikiyet modülü deneyleri sonucunda elde edilen sayısal değerler bulanık mantık yöntemi ile modellenmiş, gerçek değerler bulanık mantık değerleri ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda geliştirilen model ile deneysel sonuçlarının regresyon analizi yöntemiyle tahmin edilebilirliği, sonuçların deneysel sonuçlarına yakın değerler verdiği, ayrıca bu tür çalışma konularında bulanık mantık yönteminin kullanılabilirliği görülmüştür.

Günümüz hammadde arayışının artması sebebiyle kompozit levha üretimlerinin de giderek yaygınlaştığı görülmektedir. Bir zamanlar çöp gözüyle bakılan yıllık bitkiler, tarımsal atıklar ve atık maddeler ihtiyaçlar doğrultusunda odun yerine kullanılmaya başlamıştır.

Çalışma göstermiştir ki çay atıkları da kompozit levha üretiminde yerini almıştır. Ayrıca üretilen levhalar üzerinde uygulanan analizler doğrultusunda da verimli olarak kullanılabilirliği test edilmiştir.

#### KAYNAKLAR

Alkan Çakıroğlu, M., Terzi, S., Kasap, S., Çakıroğlu, G. (2010). Beton Basınç Dayanımının Bulanık Mantık Yöntemiyle Tahmin Edilmesi, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt: 6, No: 2, 2010 (1-8).

Arslan, M., B. (2008). Orman Ve Tarımsal Atıklardan Üretilen Kompozit Levhalarda Yüzey Kimyasal Özelliklerinin Araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 90s, Isparta.

Atchison, J. E. (1993). Data on non-wood plant fibers, In: Properties of fibrous raw materials and their preparation for pulping, (Kocurek, m.J., -eds.), Joint textbook com.of the paper industry, Vol.3, Tappi Press, 157-174. Atlanta

Batalla, L., Nunez, A., J., Marcovich, N., E. (2005). Particleboards from Peanut-Shell Flour, Wiley InterScience, 97, 916-923.

Bektaş, İ., Guler, C., Kalaycıoğlu, H., Mengeloğlu, F., Nacar, M. (2005). The Manufacture of Particleboards using Sunflower Stalks and Poplar Wood. Journal of Composite Materials, 39-467.

Cındık, H., 1992. Çay Atıklarından Yapılan Yonga Levhanın Fizibilite (yapılabilirlik) Etüdü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 78s., Trabzon.

Çolakoğlu, G., 2001. Tabakalı Ağaç Malzeme Ders Kitabı. K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, 223s. Trabzon.

Demir, F. (2005). Normal Ve Yüksek Dayanımlı Betonların Elastisite Modüllerinin Belirlenmesi İçin Bir Bulanık Yaklaşım, Deprem Sempozyumu, 23-25 Mart, Kocaeli, Türkiye.

Demirkır, C. (2006). Kontrplak Üretimi Sırasında Oluşan Odunsu Atık Ve Artık Materyallerin Yongalevha Üretiminde Değerlendirilmesi, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

Durmuş, G., Can, Ö. (2009). Polikarboksilat Bazlı Süperakışkanlaştırıcı Katkılı Betonun Yüksek Sıcaklıktaki Basınç Dayanımın Bulanık Mantık Yöntemiyle Tahmini, Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Teknik-Online Dergi, Cilt 8, Sayı:3-2009.

Gürü, M., Tekeli, S., Bilici, I. (2006). Manufacturing of Urea-Formaldehyde Based Composite Participleboard from Almond Shell, Materials and Design 27 1148-1151.

Kalaycıoğlu, H. (1992). Bitkisel Atıkların Yonga Levha Endüstrisinde Değerlendirilmesi. Orenko, 92 (1. cilt), 288-292.

Karakuş, B., 2007. Çeşitli Bitkisel Sera Atıklarının Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 96s, Isparta.

Kıyak, E., Kahvecioğlu, A.(2003). Bulanık Mantık Ve Uçus Kontrol Problemine Uygulanması, Havacılık Ve Uzay Teknolojileri Dergisi, Cilt , Sayı 2, 63-72.

Kişi, Ö., Karahan, M. E., Şen, Z. (2003). Nehirlerdeki Askı Maddesi Miktarının Bulanık Mantık İle Modellenmesi, İTÜ DERGİSİ/d mühendislik, Cilt:2, Sayı:3, 43-54.

Kömür, M., Altan, M. (2005). Deprem Hasarı Gören Binaların Hasar Tespitinde Bulanık Mantık Yaklaşımı, İTÜ Dergisi/d mühendislik, Cilt:4, Sayı:2, 43-52.

L.A. Zadeh.(1965).Fuzzy sets, Information and Control 8, 338-353.

Ntalos, G., A., Grigoriou, A., H. (2002). Characterization and utilisation of vine prunings as a wood substitute for particleboard production.Industrial Crops and Products, 16, 59-68.

Öner, N., Aslan, S. (2002). Titrek Kavak Odununun Teknoloji Özellikleri Ve Kullanım Yerleri, SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 135-146.

Rowell, R.M. (1996). Opportunities For Composites From Agro-Based Resources, In paper and composites from agro based resources. (Rowell, R.M., Young, R.A. and Rowell, J.K.-eds.) CRC Press, Inc. Pp. 249-268, New York.

Subaşı, S., Beycioğlu, A., Emiroğlu, M. (2008). Genleştirilmiş Kil Agregalı Hafif Betonlarda Bulanık Mantık Yöntemiyle Yarmada Çekme Dayanımı Tahmin Modeli Geliştirilmesi, Bilimde Modern Yöntemler Sempozyumu - Bmvs'2008 15 - 17 Ekim 2008, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.

Subaşı, S., Beycioğlu, A., Emiroğlu, M. (2009). Mineral Katkı İçeren Betonların Sertleşme Sürelerinin Belirlenmesinde Bulanık Mantık Yaklaşımı, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), 13-15 Mayıs, Karabük, Türkiye.

Şahin, H.T. (2006). Kağıt Ve Kompozit Ürünleri İçin Lignoselülozik Hammadde Kaynakları, Orman Mühendisliği 43, 4-6.

Topçu, İ. B., Sarıdemir, M., Nohutçu, H. (2007). Lastikli Beton Özelliklerinin Yapay Sinir Ağları ve Bulanık Mantıkla Belirlenmesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi, C.XX, S.1.

TS-EN 310, 1999. Ahşap esaslı levhalar eğilme ve eğilme direnci elastikiyet modülünün tayini, TSE, Ankara.

TS-EN 317, 1999. Yonga levhalar ve Lif levhalar su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini. TSE, Ankara.

TS-EN 319, 1999. Yonga levhalar ve lif levhalar levha yüzeyine dik çekme direncinin tayin edilmesi. TSE, Ankara.

Uygunoğlu, T., Ünal, O. (2005). Seyitömer Uçucu Külünün Betonun Basınç Dayanımına Etkisi Üzerine Bulanık Mantık Yaklaşımı, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2005 (1), 13 – 20.

Uygunoglu, T., Yurtçu, S. (2006). Yapay Zeka Tekniklerinin İnşaat Mühendisliği Problemlerinde Kullanımı, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2006 (1), 61 – 70.

Yeniocak, M. (2008). Bağ Budama Artıklarının Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi, 12-13, Muğla.

Young, R.A. (1997). “Processing of agro-based resources into pulp and paper”, in paper and composites from agro based resources. (Rowell, R.M., Young, R.A. and Rowell, J.K.-eds.) CRC Press, Inc. Pp. 137-245. New York.

Youngquist, J.A. (1999). Wood-based composites and panel products, In: Wood handbook, wood as an engineering material. FPL-GTR 113, Madison WI.