

Melamin Formaldehit Tutkalıyla Üretilen Kompozit Levhaların Bulanık Mantık Yöntemiyle Analizi

Mümin FİLİZ¹, Pınar USTA^{1*}, Serap ERGÜN²

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü / ISPARTA

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik Bilgisayar Eğitimi Bölümü / ISPARTA

Özet: Bu makalede; çay atıklarının oduna alternatif bir kaynak olarak yonga ve lif levha gibi kompozit malzemelerin üretilmesinde kullanılabilirliğinin araştırılması amacıyla çay (*Camillia Sinensis*) atığı ve kızılçam (*Pinusbrutia*) yonga/lif belirli oranlarda karıştırılıp 5 grup kompozit levha üretilmiş, levhalar üzerinde mekanik ve fiziksel deneyler yapılarak elde edilen sonuçlar, bulanık mantık yöntemiyle modellenmiştir.

Anahtar kelimeler: Kompozit, Atık, Bulanık mantık, Melamin Formaldehit

The Analysis of Composite Boards Made With Melamine Formaldehyde Adhesive by using Fuzzy Logic

Abstract: In this article, the availability was investigated of tea waste as a source of alternative wood the production of composite materials such as fiber board and chipboard. Tea (*camilliasinensis*) waste and red pine (*Pinusbrutia*) are mixed in specific proportions and composite plate made of 5 groups. The results achieved by the mechanical and physical tests on plates, the method of fuzzy logic is modeled.

Keywords: Composite, Waste, Fuzzy Logic, Melamine Formaldehyde.

Giriş

Toplumların hızla değişen ekonomik ve çevreyi korumaya yönelik ihtiyaçları, daha az hammadde ile daha çok üretim yapma konusunda orman endüstrisi üzerinde artan bir baskı oluşturmaktadır. Bu baskı odun lif kaynaklarının korunmasını ve verimli bir şekilde kullanılmasını, devamlı azalan kaynaklardan daha fazla lif üretilmesini, daha çevreci yöntem ve teknolojilerin geliştirilmesini ve odun menşei olmayan diğer lignoselülozik liflerin endüstriyel ürünler için kullanımını ortaya çıkarmıştır (Cooper ve Balatinecz, 1999).

Kompozit kavramı, iki veya daha fazla materyalin farklı yapıstıcılarla bir araya getirilerek oluşturulan malzemedir (Mallick,1997).

Kompozitler sadece levha ürünlerini değil aynı zamanda kalıpla şekillendirilmiş ürünleri, odun ve diğer malzemelerin kombinasyonu ile oluşturulan ürünleri de ifade etmektedir. Bu ürünler lif levhadan lamine malzemelere kadar geniş bir dağılım göstermektedir. (Maloney, 1996). Kompozit levhalar teknik yöntemlerle istenilen şekil, boyut ve direnç özelliklerinde üretilebildiğinden mobilya endüstrisinde, inşaat sektöründe, iç ve dış mekânlarda olmak üzere çok çeşitli alanlarda kullanımı vardır; çok geniş kullanım alanlarına sahiptir. Ahşap esaslı kompozit levhaların üretiminde her türlü lignoselülozik hammadde kullanılabilir. Kullanılan tutkalın cinsi ve miktarı, üretilecek kompozitten beklenen özelliklere değişmektedir. Kompozitin suya, yangına ve çeşitli çevresel etkilere karşı dayanıklılığı karışıma eklenen katkı maddeleri ile geliştirilebilmektedir. Ancak kullanılacak hammaddenin teknik yönden uygun ve ekonomik olması önemli bir ölçüttür (İstek ve Eroğlu, 2002; Altıntaş, 2008).

*pinarusta@sdu.edu.tr

Çay Atığı ve Kızılçam

Dünyada son zamanlarda odun esaslı hammadde kıtlığı nedeniyle odun dışı ürünlerin (yıllık bitkiler, tarımsal atıklar vb.) değerlendirilmesi üzerine araştırmalar yapılmıştır (Joyce and Aravamathan, 2005). Kompozit malzeme üretiminde hammadde olarak odun (lif, yonga) esaslı kaynaklara alternatif olabilecek kaynaklardan birisi orman atıklarıdır. Bazı orman atıklarının değişik alanlarda kullanılabilme potansiyeli bulunmaktadır (Arslan, 2008). Ayrıca bitkisel atıklarının Orman Ürünleri Sanayisinde değerlendirilmesiyle, üretim teşvik edilecektir. Böylece üretici hem ürünlerden hem de ürünlerin atıklarından kazanç elde edebilecektir (Karakuş, 2007).

Dünya 45 ülkede çay üretimi yapılmakta, toplam çay üretim alanları yaklaşık 2.461.000 hektara ulaşmakta ve 1990'lı yıllardan sonra çay üretim alanlarının sürekli arttığı istatistiklerde gözlenmektedir. Çay üretim alanları sıralamasında Çin 943.000 hektarla birinci sırada yer almaktadır. Türkiye, 77 bin hektarla Hindistan, Sri Lanka, Kenya ve Endonezya'nın ardından 6'ncı sırada bulunmaktadır. Ülkemizde kayıtlı 77 bin, gerçekte ise 90.000 hektar alanda hava şartlarına göre değişen üretim nedeniyle yıllara göre 900.000 ile 1.100.000 ton arasında yaş çay yaprağı üretilmektedir.

Dünyada çay üretim ve tüketim durumuna bakıldığında; yıllık kuru çay üretiminin 3.000.000 ton, üretici ülkelerin tüketiminin ise 1.800.000 ton olduğu bilinmektedir. Yaklaşık 1.200.000 ton tüketim fazlası çay tüketici ülkelere ihraç edilmektedir (Anonim, 2010). Yaş çaydan, kuru çay elde edilmesi; soldurma, kıvrırma, fermentasyon, kurutma ve tasnif gibi bir dizi işlemi gerektirmektedir. Tasnif işlemi sonucunda meydana çıkan çöpsel atıklar bir

veya iki kez tekrar değerlendirilmeye çalışılmakta, neticede lifsel ve çöpsel atıklar oluşmaktadır.

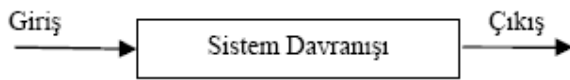
Orman bölge müdürlüğünden elde edilen bilgiler ışığında, Akdeniz bölgesinde yılda 200.000-225.000 m³ kızılçam ağacı kesilmektedir. Ağaç türüne ve gövde çapına göre değişmekle birlikte ağacın %9-24'ünü kabuk teşkil etmektedir. Bu oran % 10 olarak kabul edilirse bölgede yaklaşık olarak 200.000-225.000 m³ kızılçam atığı oluşmaktadır (Arslan, 2008).

Bu çalışmada amaçlanan, Türkiye'deki çay (*Camellia Sinensis*) bitkisinin yonga levha üretiminde oduna alternatif hammadde olarak kullanılabilirliğini araştırmaktır.

Bulanık Mantık Yöntemi

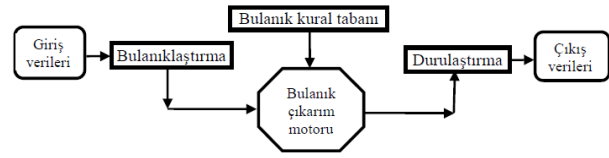
1965'de L. A. Zadeh (Lütfi Askerzade), yeni bir matematiksel yöntemi açıklayan "Fuzzy Sets (Bulanık Kümeler)" (Zadeh, 1965) adlı ünlü makalesini *Information and Control* isimli dergide yayınlamıştır. Bu yöntem, "kısa adam", "güzel kadın" veya 1'den daha büyük gerçek sayılar" gibi belirsiz kümeleri veya 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 (Terzi, 2005).

Bulanık mantığın en geçerli olduğu iki durumdan ilki, incelenen olayın çok karmaşık olması ve bununla ilgili yeterli bilginin bulunmaması durumunda kişilerin görüş ve değer yargılarına yer vermesi, ikincisi ise insan muhakemesine, kavrayışlarına ve karar vermesine gereksinim gösteren hallerdir. Genellikle bilinen matematik, stokastik veya kavramsal sistemlerin hemen hepsi Şekil 1'de görülen üç ayrı birimden ibarettir. Bunlar giriş, bu girişi çıkışa dönüştüren ve sistem davranışı olarak isimlendirilen bir kutu ve buradan çıkış kısımlarıdır. Bu birimlerin hepsinde sayısal veri çıkış veya işlemler yapılmaktadır (Kişi vd., 2003)



Şekil 1. Klasik Sistem

Bulanık Mantık yaklaşımında sistem Şekil 2' de 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.



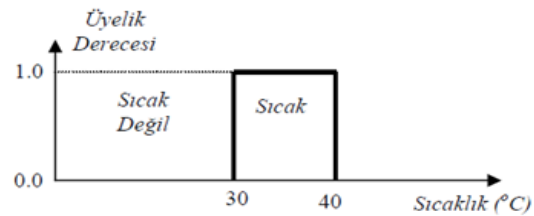
Şekil 2. Bulanık Mantık Yönteminin Bileşenleri

Klasik mantık ve klasik küme teorisi

Matematikte küme veya cümle, ayırt edilebilen belirli özellikleri olan nesnelerin bütünüyle kavranmış topluluğu olarak ifade edilmektedir. Küme, kendisine neyin ait olup olmadığı konusunda herhangi bir şüphenin bulunmadığı topluluktur. Bahsedilen bu topluluk veya nesnelere, bu kümenin "elemanları" veya "üyeleri" olarak isimlendirilmektedir.

Klasik küme teorisinde, bir eleman o kümenin ya elemanıdır ya da değildir. Bunun ortası yok-tur. Başka bir deyişle, bir eleman ya o kümeye aittir, yani üyelik derecesi 1'dir veya ait değildir, yani üyelik derecesi 0'dır. Doğal olarak bu ikili mantığın hiçbir esnekliği yoktur.

Bu bir örnekle şöyle açıklanabilir: Şekil 3'de klasik küme teorisine uygun olarak, eğer sıcaklık 30o C'nin altına düşerse sıcak değildir, yani sıcak kümesine 0 derece ile üyedir. 30.5o C ise sıcak sayılmaktadır, yani sıcak kümesine üyeliği 1'dir. Görüldüğü gibi bunda hiçbir esneklik yoktur. Yani her sıcaklık derecesi, sıcak kümesinin ya elemanıdır ya da değildir (Kömür ve Demir, 1996).



Şekil 3. Klasik küme teorisine uygun "Sıcak" keskin kümesinin gösterimi

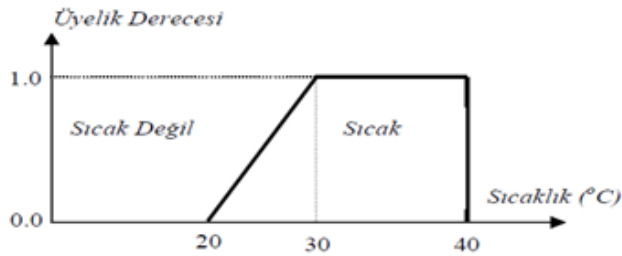
Bulanık mantık ve bulanık küme teorisi

Gerçek dünyada sınırlar çok keskin değildir. Tam tersine olayların belli bir esneklikte olması istenmektedir. Bulanık küme teorisi, küme elemanlarının üyelik derecelerini göstermek için [0,1] aralığındaki gerçek sayıların kullanılmasını önermektedir. Eğer bir elemanın üyelik derecesi 1 ise tümüyle o elemanın kümenin içinde olduğu, 0 ise hiçbir şekilde o kümenin bir elemanı olmadığı ya da 0,5 ise yarı yarıya o küme-ye ait olduğu söylenebilmektedir.

Klasik mantık ikili mantık sistemi olmasına karşın, bulanık mantık sadece iki değerli değil çok değerli bir mantık sistemidir. Bir önermenin klasik mantıkta karşılığı ya doğrudur ya da yanlıştır. Klasik mantıkta siyah ve beyaz dün-yalar vardır; gerçek asla hem siyah hem beyaz, yani gri olamaz. Bulanık mantık ise gerçeğin her zaman o kadar kesin olmayacağını, doğrunun bir derecesi

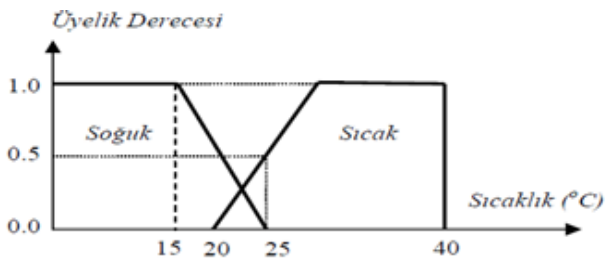
olduğunu ifade eder. Bir önerme az doğru ya da çok doğru türünde ifade edilebilir (Kosko, 1994).

Bulanık kümeler, gerçek dünyadakine benzer olarak, olaylara esneklik kazandırır. Bulanık mantık soğuk-sıcak, hızlı-yavaş, yüksek-alçak gibi ifadeleri esnek nitelendiricilerle yumuşatarak gerçek yaşamdakine benzetir. Bu daha açık bir şekilde, başka bir örnekle şöyle açıklanabilir: Bulanık küme teorisine uygun olarak çizilen Şekil 4’de, sıcaklık gibi değişkenlerini gerçekte gözlenen değerlerine uygun olarak veren bulanık küme teorisi gösterilmektedir. Buna göre, 20°C ile 40°C arasındaki değerlerin, “Sıcak” bulanık küme üyelik derecesi ortaya çıkmış olur. Burada sıcak bulanık küme üyelik derecesinde, 30°C de 1’e karşılık gelen maksimumdan, 20°C de 0’a karşılık gelen minimuma doğru derecelendirilmiş bir azalma vardır.



Şekil 4. Bulanık küme teorisine uygun “Sıcak” bulanık kümesinin gösterimi

Şekil 4’e göre sıcaklık azaldığında, daha az sıcak durum ortaya çıkacaktır. Yani 25 °C’lik sıcaklık az sıcak olarak nitelendirilirken 30 °C’ lik sıcaklık çok sıcak olarak nitelenecek, 20 °C’ lik sıcaklık sıcak olarak sayılmayacaktır. Dolayısıyla, 20 °C’ lik sıcaklık, sıcak bulanık kümenin bir elemanı olmayacaktır.



Şekil 5. Bulanık kümede örtüşüm

Şekil 5’te ise bulanık mantık teorisinin bir adım daha ilerisi gösterilmektedir. Bu şekilden anlaşılacağı üzere sıcak bulanık küme üyelik derecesi 0.5’ de soğuk bulanık küme üyeliği kimliğini kazanır. Soğuk bulanık küme üyeliğinin derecesi, sıcaklık azaldığında artar. Buna göre 0’dan 15° C’ye kadar olan sıcaklık oldukça soğuk sayılır ve bu bölge soğuk bulanık küme tam üyeliğine sahiptir. 15°C ile 25°C arasında ise soğuk bulanık küme dereceli üyeliği vardır. 20°C ile 25°C arasında ise bulanık kümelerin birbirlerini kestiği örtüşüm ortaya çıkmıştır. Bu bölge hem sıcak hem de soğuk olarak düşünülebilmektedir. Yani, örtüşüm bölgesindeki

elemanlar hem sıcak hem de soğuk kümenin elemanıdır. Bu örnekler bulanık olmayan girişler için geçerli olmasına rağmen bulanık mantık teorisinde bazen girişler de bulanık olabilir. Bu durumda bulanık küme üyelik derecesi bulanık küme ve bulanık giriş değeri arasındaki kesişim bölgesinden belirlenir. Bu durum Şekil 3’te gösterilmiştir ve üyelik derecesi yaklaşık 0.3’ tür (Kömür, 1996).

Materyal ve Metot

Orman endüstrisinde oduna alternatif bir hammadde kaynağının, odun yerine kullanılabilmesi için ilk önce kimyasal içeriğinin oduna benzer olması gerekmektedir. Böylece oluşturulacak ürünlerin kullanım yerlerindeki performans özellikleri karşılaştırılabilir. Odun dışı lignoselülozik bileşiklerin belirlenmesi için çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalarda farklı metot ve yaklaşımlar kullanıldığı için, esas kimyasal bileşikler benzer oranlarda bulunmasına karşın, bazı kimyasal bileşiklerde önemli oranlarda farklı sonuçlarla karşılaşılmıştır. Çizelge 1’de araştırmalardan elde edilen veriler gösterilmiştir (Aslan, 2008)

Çizelge 1. Kızılçam ve Çay Atığı’nın kimyasal bileşimi (%), (Aslan, 2008; Çağlar, 2007)

Ham madde türü	Selüloz	Hemiselüloz	Lignin	Kül
Kızılçam diri odunu	48.22	26.59	23.8	0.35
Çay Atığı	28.8	18.9	37.7	3.4

Kompozit Levha Üretimi

Levha üretiminde kullanılacak çay atıkları ve kızılçam yongaları etüvde 105 ± 3°C’ de rutubeti % 2-3’e gelinceye kadar kurutulmuştur. Kompozitin üretiminde; günlük faz olarak beş farklı oranda çay ve kızılçam yongaları, matris fazı (bağlayıcı) olarak % 65’lik melamin formaldehit tutkalı ve melamin formaldehit tutkalının sertleştirici maddesi olarak % 20’lik amonyum klorür kullanılmış, melamin formaldehit tutkalının özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge 3’de gösterilen oranlarda kızılçam ve çay kullanılarak üretilen 5 grup deneme levhası 4 dakika süre ile 175 °C pres sıcaklığında preslenerek levhalar üretilmiştir.

Çizelge 2. Melamin formaldehit tutkalın özellikleri

Özellikler	MUF
Çözelti (%)	55 ± 1
Yoğunluk (g/cm ³)	1.125
pH (25 °C)	8.5
Viskozite, Dın/cPs 25°	8.5
Jelleşme süresi (s, 100 °C)	50-60
Kullanma süresi (gün)	60
Akışkanlık süresi (s, 25 °C)	20-40
Serbest CH ₂ O (max.) %	60

Çizelge 3. Üretilen levha gruplarının oranları

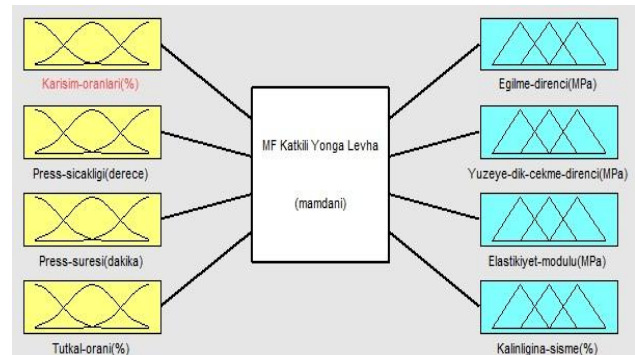
	Çay	Kızıl Çam
1. Grup	0	% 100
2. Grup	% 25	% 75
3. Grup	% 50	% 50
4. Grup	% 75	25%
5. Grup	% 100	0

Üretilen levhalara yapılan deneyler sonucunda Aritmetik ortalama açısından levha gruplarının eğilme, iç yapışma dirençlerinde ve 24 saat suda bekletildikten sonra kalınlık artımı değerlerinde farklılıklar görülmüştür. Elde edilen veriler TS EN standartlarıyla Melamin Formaldehit grubu serisinde Çay atığı miktarı azaldıkça % 100 çay atığı içeren levha grubuna göre eğilme direncinde azalma (% 19,9 ~ % 38,5 oranında) meydana gelmiştir. Deney sonuçlarına göre en yüksek eğilme direnci 2. grup levhalarda 5.57MPa, en düşük eğilme direnci ise 1.Grup levhalarda 3.77 MPa olarak bulunmuştur. Aynı zamanda levhalarda çay atığı miktarı azaldıkça % 100 çay atığı içeren levha grubuna göre yüzeye dik çekme direncinde artma (% 10 ~ % 57,1 oranında) meydana gelmiştir. En yüksek yüzeye dik çekme direnci 4. ve 5. grubu levhalarda 0.12 MPa olarak, en düşük yüzeye dik çekme direnci ise 2. ve 3. grubu levhalarda 0.09 MPa olarak bulunmuştur. Kalınlığına şişme değerlerinde çay atığı miktarı azaldıkça % 100 çay atığı içeren levha grubuna göre kalınlığına şişme artış (% 14,3 ~ % 19,6 oranında) meydana gelmiştir. 24 saat suda bekletildikten sonra en fazla kalınlık artımı 1. grup levhalarda %34.82, en az kalınlık artımı ise 2. grubu levhalarda %20.66 olarak bulunmuştur.

Geliştirilen Bulanık Mantık Modeli

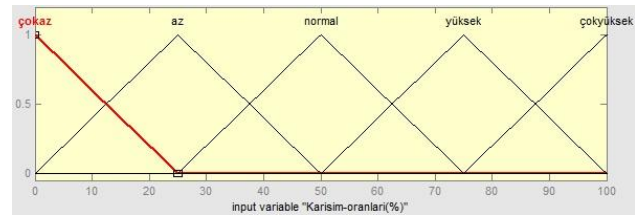
Bu çalışmada çay (Camellia Sinensis) atığı ile Kızılçam (Pinus Brutia) sırasıyla % 100-0, % 75-25, % 50-50, % 25-75, % 0-100 oranlarında karıştırılarak; melamin formaldehit tutkalı kullanılarak basınçlı pres altında her bir tutkal türü ve karışım oranı için üretilen 15 levha üzerinde eğilme dayanımı,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

Şekil 6' da 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.

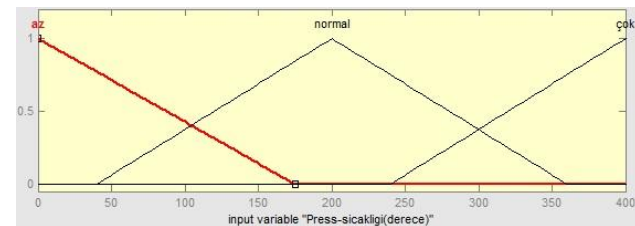


Şekil 6. Geliştirilen bulanık mantık modelinde giriş ve çıkış parametreleri

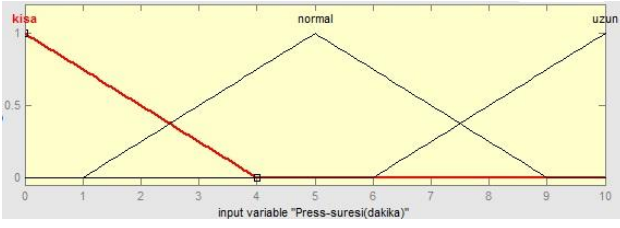
Girdi olarak seçilen karışım oranları, pres sıcaklığı, pres süresi ve tutkal oranı parametrelerinin üyelik fonksiyonları sırasıyla Şekil 7, 8, 9, 10' da; çıkış parametreleri olarak seçilen eğilme direnci, yüzeye dik çekme direnci, elastisite modülü ve kalınlığa şişme parametreleri sırasıyla Şekil 11, 12, 13, 14' de verilmiştir.



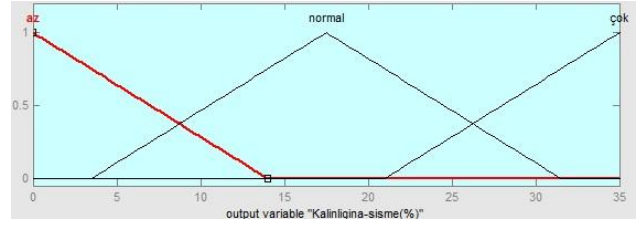
Şekil 7. Karışım oranları için üyelik fonksiyonları



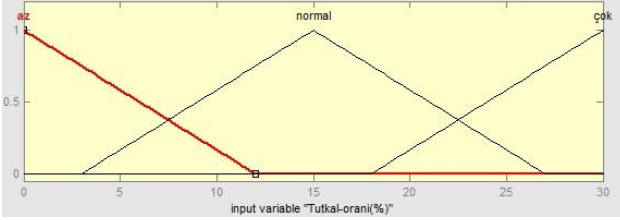
Şekil 8. Pres sıcaklığı için üyelik fonksiyonları



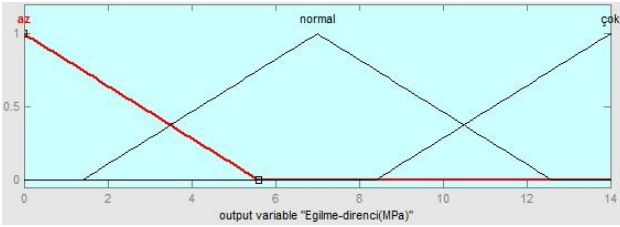
Şekil 9. Pres süresi için üyelik fonksiyonları



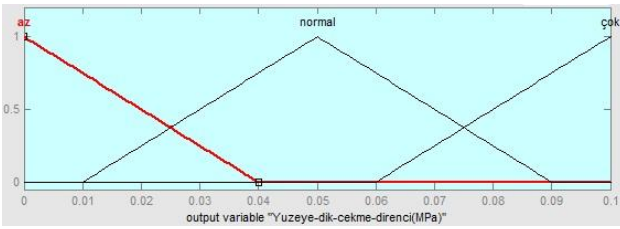
Şekil 14. Kalınlığına şişme için üyelik fonksiyonları



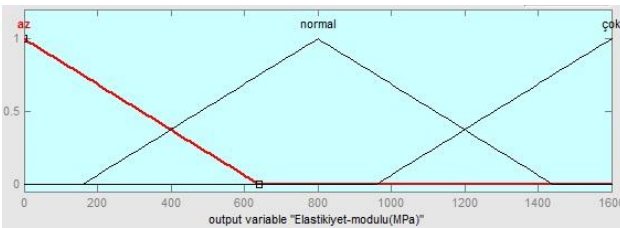
Şekil 10. Tutkal oranı için üyelik fonksiyonları



Şekil 11. Eğilme direnci için üyelik fonksiyonları



Şekil 12. Yüzeye dik çekme direnci için üyelik fonksiyonları



Şekil 13. Elastikiyet modülü için üyelik fonksiyonları

Geliştirilen model için uygulanan kurallardan bazıları aşağıda verilmiştir.

-Eğer Karışım oranları çok az, Pres sıcaklığı normal, Pres süresi normal, Tutkal oranı normal ise Eğilme direnci normal, Yüzeye dik çekme direnci az, Elastikiyet modülü normal, Kalınlığına şişme çok' tur.

-Eğer Karışım oranları az, Pres sıcaklığı normal, Pres süresi normal, Tutkal oranı normal ise Eğilme direnci çok, Yüzeye dik çekme direnci çok, Elastikiyet modülü normal, Kalınlığına şişme normal' dir.

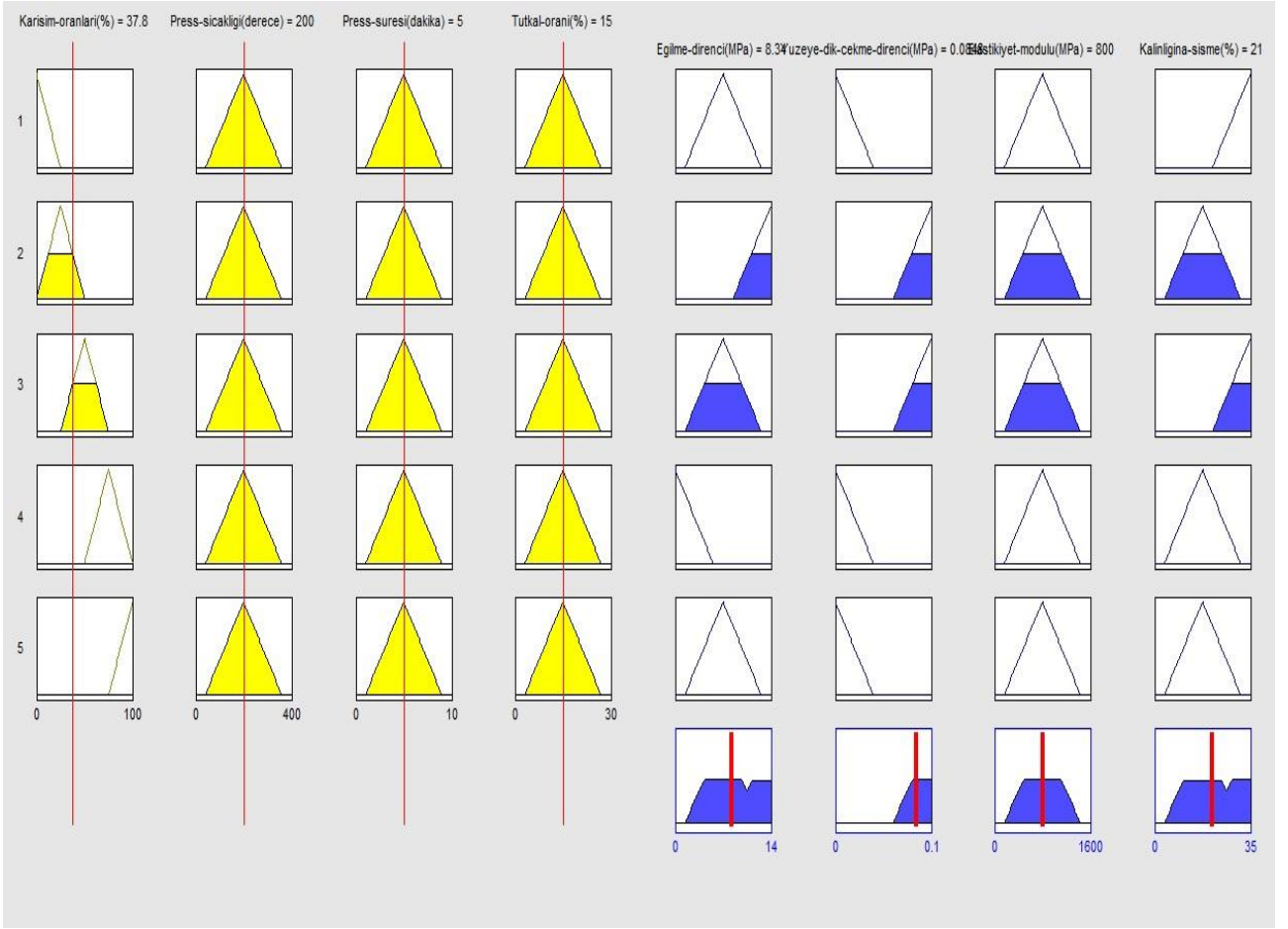
-Eğer Karışım oranları normal, Pres sıcaklığı normal, Pres süresi normal, Tutkal oranı normal ise Eğilme direnci normal, Yüzeye dik çekme direnci çok, Elastikiyet modülü normal, Kalınlığına şişme çok' tur.

-Eğer Karışım oranları yüksek Pres sıcaklığı normal, Pres süresi normal, Tutkal oranı normal ise Eğilme direnci az, Yüzeye dik çekme direnci az, Elastikiyet modülü normal, Kalınlığına şişme normal' dir.

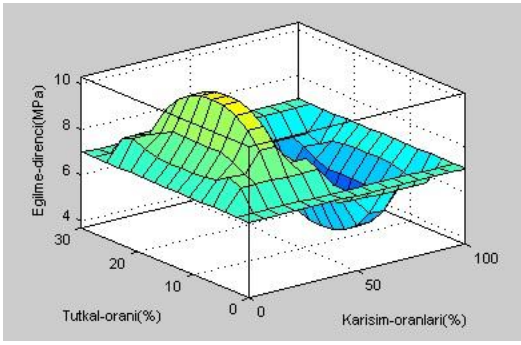
-Eğer Karışım oranları çok yüksek Pres sıcaklığı normal, Pres süresi normal, Tutkal oranı normal ise Eğilme direnci normal, Yüzeye dik çekme direnci az, Elastikiyet-modülü is normal, Kalınlığına şişme normal' dir. Bulanık mantık denetleyici bölümünden olan durulayıcı biriminden alınan sonuçlar Şekil 15' de verilmiştir. Modelleme sonrasında hesap sonuçları kullanılarak modelin geçerliliği test edilmiştir.

Bulgular

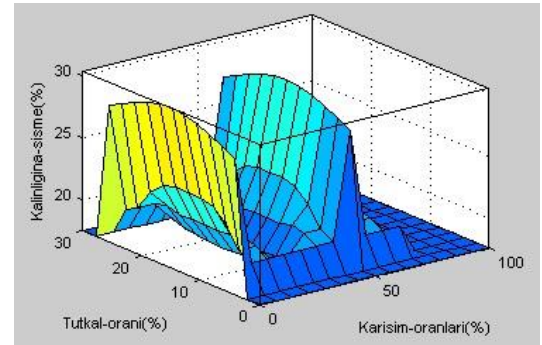
Bulanık mantık denetleyici bölümünden olan durulayıcı biriminden alınan sonuçlar yardımıyla UF katkılı yonga levhaya ait karışım oranları-tutkal oranı-eğilme direnci arasındaki ilişki Şekil 16' da, karışım oranları-tutkal oranı-yüzeye dik çekme direnci arasındaki ilişki Şekil 17' de, karışım oranları-tutkal oranı-elastikiyet modülü arasındaki ilişki Şekil 18' de, karışım oranları-tutkal oranı-kalınlığına şişme arasındaki ilişki Şekil 19' da grafik ortamında verilmiştir.



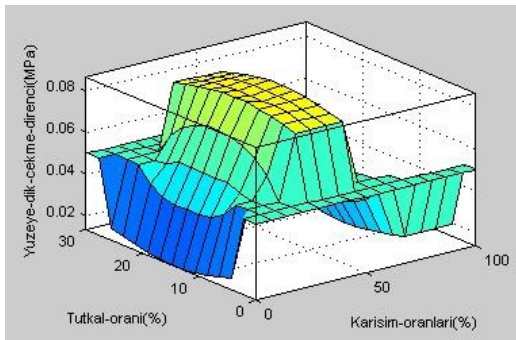
Şekil 15. Geliştirilen bulanık modele ait durulaştırma ekran ara yüzü



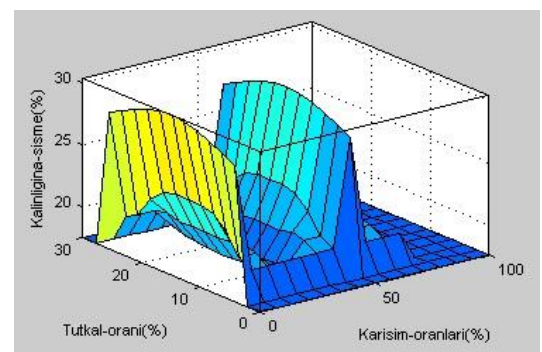
Şekil 16. Karışım oranları-tutkal oranı-eğilme direnci arasındaki ilişki



Şekil 18. Karışım oranları-tutkal oranı-elastikiyet modülü arasındaki ilişki



Şekil 17. Karışım oranları-tutkal oranı-yüzeye dik çekme direnci arasındaki ilişki



Şekil 19. Karışım oranları-tutkal oranı-kalınlığına şişme arasındaki ilişki

Tartışma ve Sonuç

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).

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. Kızılçam oranı yüksek olan levhaların çeşitli deneylere verdikleri dayanımlar daha yüksek çıkmıştır. Böylece kızılçam katkılı çay atıklarından elde edilen levhalar çeşitli alanlarda ihtiyaca göre kullanılabilir. Yapılan karşılaştırma sonucunda geliştirilen model ile deney sonuçlarının yüksek oranda tahmin edilebildiği belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Altıntaş, E. 2008. Borlu Polimer- Odun Kompozitleri, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş 116s.
- Anonim, 2009. Çay Sektörü Raporu 2009. Çaykur İşletmeleri Genel Müdürlüğü
- Arslan, M.B. 2008. Orman ve tarımsal atıklardan üretilen kompozit levhalarda yüzey kimyasal özelliklerinin araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 90s.
- Cooper, P. A. Ve J.J. Balatinecz, 1999. Agricultural Waste materials for Composites. Centre for Management Technology Global Panel Based Conference (October 18-19), Kuala Lumpur, ML.
- Çağlar, A. 2007. Kastamonu Eğitim Dergisi, 651-660, Kastamonu
- Kıyak, E., Kahvecioğlu, A. 2003. Bulanık Mantık Ve Uçuş Kontrol Problemine Uygulanması. Havacılık Ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 2, 63-72.

- Uygunoğlu, T., Yurtçu, S. 2006. Yapay Zeka Tekniklerinin İnşaat Mühendisliği Problemlerinde Kullanımı. Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1, 61 – 70.
- İstek, A. 2006. Sert Lif Levhaların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Sıcaklık Ve Basıncın Etkisi, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi Cilt:8 Sayı:10.
- Joyce, T., W., Aravamuthan, R. 2005. Center for non-wood fibers. Non-wood Fibers Center at WMU, www.wmich.edu.
- Maloney, T.M. 1996. The Family of Wood Composite Materials. Forest Prod. J. 46, 19-26.
- Karakuş, B. 2007. Çeşitli Bitkisel Sera Atıklarının Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 96s.
- Kişi, Ö., Karahan, M. E., Şen, Z. 2008. “Nehirlerdeki askı maddesi miktarının bulanık mantık ile modellenmesi”, itüdergisi/d mühendislik 3, 43-54.
- Kosko, B. 1994. Fuzzy Thinking, Flamingo Press, London.
- Kömür, M. ve Demir, C. 1996. Yapı Mühendisliğinde Bulanık Mantık, GAP 1. Mühendislik Kongresi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, 704-710.
- Kömür, M. 1996. Betonarme kirişlerin kafes-kiriş analogisinde Fuzzy Mantığı yaklaşımı, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Terzi, S. 2005. “Bitüm Miktarının Asfalt Betonu Dayanımına Etkisinin Bulanık Mantık Yöntemi İle Modellenmesi”, 4. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, 28-30 Eylül, Konya.
- Zadeh, L.A. 1965. Fuzzy Sets Information and Control, 8, 338-353.