



Ayçiçek Tablasının Yonga Levha Endüstrisinde Kullanılabilme Olanakları

Selahattin BARDAK*¹, Gökay NEMLİ², Timuçin BARDAK³, Hüseyin PEKER⁴, Mehmet ÖZCAN⁵

¹Sinop Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 57000, Sinop

²Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Trabzon

³Bartın Üniversitesi, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, 74100, Bartın

⁴Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, 08000, Artvin

⁵Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyokimya Bölümü, 06100, Ankara

Öz

Bu çalışmada, ayçiçek üretimi sonrası tarlada atık kalan ayçiçek tablasının hammadde olarak yonga levha üretimine uygunluğu araştırılmıştır. Çalışmada belirli oranlarda kokar ağaç (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) odunu ve ayçiçek tablası içeren 5 farklı levha üretilmiştir. Aynı zamanda kullanılan hammaddelerin kimyasal özellikleri ve yonga levhaların çeşitli kalite özelliklerine de (fiziksel, mekanik, yüzey özellikleri ve formaldehit emisyonu) bakılmıştır. Son olarak da elde edilen veriler değerlendirilerek yonga levhaların çeşitli kullanım yerlerinde özellikle de mobilya ve genel kullanım için uygunluğu ilgili standartlara bakılarak değerlendirilmiştir. Kimyasal analizlerden elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda tüm çözünürlük değerleri, pH ve kül değerlerinin ayçiçek tablasında kokar ağaca odununa göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Fakat holoselüloz, selüloz, hemiselüloz ve lignin miktarlarının ise kokar ağaç odununda ayçiçek tablasına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalardan elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucu yonga levhaların üretiminde % 10 ayçiçek kafası kullanılması yonga levhaların teknolojik özelliklerini etkilememiştir. % 20, % 30 ve % 100 ayçiçek tablası kullanımı eğilme direnci, elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direncini olumsuz yönde etkilemiştir. Buna rağmen 2 ve 24 saatlik kalınlığına şişme değerleri ve formaldehit emisyonunu ise olumlu yönde etkilemiştir. Son olarak ise levhaların yüzey özelliklerine (ortalama pürüzlülük, en büyük pürüzlülük ve on nokta pürüzlülüğü) bakıldığında ayçiçek tablası kullanım oranının artmasına paralel olarak pürüzlülük değerlerinin arttığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yonga levha, Ayçiçek Tablası, Teknolojik Özellikler

Possibilities of Using Sunflower Tray in Particleboard Industry

Abstract

In this study, the appropriateness of the remaining sunflower tray in the field after the sunflower production as raw material to the particleboard production was investigated. In the study, 5 different particleboards were produced, which included certain amounts of wood of tree of heaven (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) and sunflower table. At the same time, the chemical properties of the raw materials used and the various quality characteristics of the chips (physical, mechanical, surface properties and formaldehyde emission) were examined. Finally, the obtained data were evaluated and evaluated for the suitability of the chipboards in various places of use, in particular for furniture and general use, according to relevant standards. As a result of the evaluation of the data obtained from chemical analysis, it has been determined that all the solubility values, pH and ash values are higher in the sunflower tray than the wood of tree of heaven. However, the amount of holocellulose, cellulose, hemisellulose and lignin were found to be higher in the wood of tree heaven compared to the sunflower tray. The statistical evaluation of the data obtained as a result of the studies done does not affect the technological characteristics of the chips by using 10% sunflower head in the production of the particleboards. Using 20%, 30% and 100% sunflower tray affected the bending strength, modulus of elasticity, and internal bond strength to the surface in the negative direction. Despite this, it affected positively the thickness swelling values for 2 and 24 hour immersion and formaldehyde emission. Finally, when looking at the surface properties of the boards (average roughness, maximum roughness and ten point roughness), it was determined that the roughness values increased in parallel with the increase of sunflower tray utilization rate.

Key words: Particleboard, Sunflower Tray, Technological Properties

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Selahattin BARDAK (Doç. Dr.); Sinop Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 57000, Sinop-Türkiye. Tel: +90 (368) 271 4151, Fax: +90 (368) 271 4152, E-mail: sbardak@sinop.edu.tr
ORCID: 0000-0001-9724-4762

Geliş (Received) : 14.02.2020

Kabul (Accepted) : 21.07.2020

Basım (Published) : 15.08.2020

1. Giriş

Kokar ağacın (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) hızlı büyüyen bir tür olması, alımlı ve renkli yaprakları, etkileyici meyveleri ile uzun yıllar boyunca park ve bahçe bitkisi olarak değerlendirilmesine imkan sağlamıştır. Fakat ilerleyen yıllarda istilacı bir tür olması, allelofatik kimyasallar yayması nedeniyle çevresinde diğer türlerin yaşamasına fazla imkan sağlamaması, yaprak, meyve ve odununun kötü kokması kullanımının azalmasına neden olmuştur. Bu ağaç türü soğuga, sıcağa ve tuzlu suya, asit yağmurlarına, kirli havaya karşı çok dayanıklı bir türdür. Diğer bitki türlerinin yaşayamadığı ya da yaşamını sağlıklı bir şekilde sürdürdüğü otoyol kenarları ile diğer kirli bölgelerde bu ağaç türünün hava ve toprak kirliliğine karşı doğal dayanıklı olması sebebiyle yaşamını devam ettirebilmektedir (Bardak, 2014).

Ayçiçeği yağ üretimi için en önemli endüstri bitkilerinden biri olup, anavatanı Peru ve Meksika olarak bilinmektedir. Ülkemizde, en çok bitkisel yağ, lif kaynağı, gıda sektörü ve bağlı endüstrilerin hammaddesi olarak kullanılan ayçiçeğinin, sap ve atıkları hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bu sap ve atıklar tarlada bırakılarak veya yakılarak ekonomiye katkısı olmamaktadır. Ayçiçeği, orman ürünleri endüstrisi yanında, kağıt, plastik, boya, sabun ve kozmetik alanlarında da kullanılabilir (Bektaş vd., 2002).

Yonga levhalar ev ve bina elamanı, iç dekorasyon gibi alanlarda en çok kullanılan odun kökenli levha ürünüdür. Yonga levhalar tüketilen odun kökenli levhaların % 57'sini oluşturmaktadır. Son yıllarda yonga levhaların üretimi önemli derecede her yıl % 2-5 oranında sürekli olarak artış göstermektedir. Yonga levhalar marketlerde odun kökenli levhalar arasında önemli biri ürün olarak ortaya çıkmaktadır (Bardak vd., 2010). Aynı zamanda mobilya sektöründe yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Bardak ve Sözen, 2018). Günümüzde üretim teknolojisi ve ekipmanlarındaki gelişmeler sayesinde farklı tiplerde levhaların üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Bu gelişmeler sayesinde, okal tip, kalıplanmış, çimentolu ve yönlendirilmiş yonga levhalar gibi farklı kullanım amaçlarına uygun paneller üretilmesi sonucunda kullanım alanı gittikçe artış göstermektedir.

Yonga levha endüstrinin ülkemizde gelecekteki gelişimi rasyonel olarak odun hammaddesinin devamlı olarak sağlanmasına ve yonga levhaların değişik yerlerde kullanılma imkanına bağlı bulunmaktadır. Böylece yüksek kalitede, ucuz ve değişik maksatlar için üretilecek yeni tip yonga levhalar bu endüstrinin büyük bir sıkıntısından kurtulmasını sağlayacaktır (Bardak, 2014).

Odun hammaddesinin devamlı olarak sağlanması günümüzde fakir odun kaynakları ve bu kaynaklara olan talebin yüksek olması sonucu orman kaynaklarının giderek azalması nedeniyle oldukça zor olmaktadır. Yonga levha endüstrisi gibi endüstrilerde hammadde sağlanması için az kullanılmış türler, tarımsal artıklar, endüstriyel artıklar ve hızlı büyüyen ağaç türleri bu sorunun çözümünde önemli rol oynamaktadır (Nemli ve Aydın, 2007).

Günümüzde şehirleşme ve sanayileşmenin giderek artması sonucu orman varlığının azalmasına neden olmuştur. Bu nedenler yonga levha gibi endüstrilerde her türlü lignoselülozik atıkların kullanılması büyük önem arz etmektedir.

Son zamanlarda odun hammaddesine dayalı endüstri sayısının zamanla artması neticesinde, yonga ve lif odunu bulmakta ortaya çıkan güçlükler ve buna bağlı olarak artan hammadde fiyatları, yonga levha endüstrisinde bir yıllık bitkilerin alternatif hammadde kaynağı olarak kullanılması olanaklarının araştırılmasına sağlamıştır.

Yapılan çalışmalarda kenevir (Kollmann, 1966), keten (Papadopoulos ve Hague, 2003), pamuk sapı (Güler ve Özen, 2004; Alma vd., 2005), kenaf (Jianying ve Guenping, 2003; Kalaycıoğlu ve Nemli, 2006), çay fabrikası artıkları (Örs ve Kalaycıoğlu, 1991; Nemli vd., 1998), ayçiçeği sapsı (Khristova vd., 1998; DPT, 1998-2001; Bektaş vd., 2002; Bektaş vd., 2005; Güler vd., 2006), kene otu (Grigoriou ve Ntalos, 2001), Hindistan cevizi meyve kabuğu ve lifleri (Papadopoulos vd., 2002a; Almeida vd., 2002; Khedari vd., 2003; Khedari vd., 2004), şeker kamışı (Turreda ve Bagasse, 1983), pirinç çeltiği (Gerardi vd., 1998; Yang vd., 2003), buğday sapı (Mo vd., 2003), asma artıkları (Ntalos ve Grigoriou, 2002), kivi budama artıkları (Nemli vd., 2003), yer fıstığı (Jain vd., 1967), çim artıkları (Tröger vd., 1998; Nemli vd., 2009), biber sapsı (Oh ve Yoo, 2011) ve mısır sapsının (Wong ve Sun, 2002) yonga levha üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir.

Bu çalışmada ayçiçek kafasının yonga levha endüstrisinde değerlendirilebilme imkânları araştırılmıştır. Ayrıca kullanılan odun türünün ve ayçiçek kafasının kimyasal özellikleri incelenerek bu özelliklerin üretilen yonga levhaların kalitesi özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Aynı zamanda yonga levhaların en çok kullanılan yerler olan genel kullanım ve mobilya endüstrisinde üretilen hangi tür levhaların bu kullanım yerlerindeki standartları karşıladıkları araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metod

2.1. Materyal

2.1.1. Ağaç Malzeme

Bu çalışmada; Kokar ağaç (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) gövde odunu ve ayçiçek tablası yonga levha üretiminde kullanılmıştır. Çalışma için deneme ağaçlarının seçiminde TS 4176 (1984)'e uyulmuştur. Bu standartta

göre ağaçların belirlenmesinde kusursuz (yani fazla dallı, budaklı olmayan), mantar ve böcek zararına uğramamış, düzgün gövdeli, çap ve boy dağılımı bakımından homojen ve tepe gelişimi normal olmasına dikkat edilmiştir. Bu çalışma kapsamında, Samsunun Bafra ilçesinden 5 adet ortalama 13 yaşında ve 16 cm çapındaki ağaçlar ve tarlada atık kalan ayçiçek tablası yonga levha üretimi için kullanılmıştır.

2.1.2. Tutkallar ve Sertleştirici Madde

Yongaların tutkalanmasında katı madde oranı % 65 olan, pH:8.35, viskozitesi:250 cps, yoğunluğu: 1.290 gr/cm³ ve Formaldehit/üre mol oranı 1.20 olan E2 tipi üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Yüzeye dik çekme direnci örneklerini kalınlık takozlarına yapıştırılmasında beyaz renkli polivinil asetat tutkalı kullanılmıştır. Deneme levhalarının üretiminde katı tutkal miktarına oranla amonyum klorürün % 25'lik çözeltisi % 1 oranında kullanılmıştır.

2.2. Metod

2.2.1. Deneme Levhalarının Üretimi

Levhaların üretimi Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesinde gerçekleştirilmiştir. Levha taslağının hazırlanmasında 55x60 cm boyutlarında şekillendirme çerçevesi ve 1,2 cm kalınlığında kalınlık takozları kullanılmıştır. Levha özgül ağırlığı 0,65 g/cm³ olarak belirlenmiştir. Presten çıkış rutubeti % 8 olarak tayin edilmiştir. Çerçeve pres sacı üzerine yerleştirildikten sonra, önce tutkalanmış yongalar el ile mümkün olduğu kadar homojen bir şekilde serilmiştir. Serme işleminden sonra yongalar şekillendirme çerçevesi büyüklüğünde bir tabla ile bastırılarak sıkıştırılmıştır. Şekillendirme tablası yavaş yavaş ve levha kenarına zarar vermeden çıkarılmıştır. Daha sonra levha taslağı üzerine üst pres sacı yerleştirilerek preslemeye hazır hale getirilmiştir. Levha taslakları; presleme alanı 70x89 cm olan, elektrikle ısıtılan laboratuvar tipi tek katlı bir hidrolik preste preslenmiştir. Preslemede 1.2 cm kalınlığında kalınlık takozları kullanılarak tüm levhaların homojen kalınlıklarda olmaları sağlanmıştır. Her levha tipinden 2'şer adet olmak üzere toplam 10 adet levha üretilmiştir. Pres sıcaklığı 150°C, pres süresi 5 dakika ve pres basıncı 25 kg/ cm² olarak uygulanmıştır. Bu işlem sonucunda tek tabakalı levhalar üretilmiştir.

Levhalar preslendikten sonra tutkalın sertleşmeye devam etmesini sağlamak için, pres sacları arasında soğuyuncaya kadar bekletilmiştir. Bu şekilde soğuyan levhalar, TS 642 standardına uygun olarak 18-22 °C sıcaklık ve % 60-70 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme odasında üç hafta süre ile bekletilmiş ve iklimlendirilen bu levhalardan denemeler için gerekli örnekler kesilmiştir (TS 642, 1999). Ayrıca yüzey pürüzlülüğü deneyi yapılacak örnekler 220 nolu zımpara ile zımparalama işlemi yapılmıştır.

Üretimi gerçekleştirilen deneme levhası tipleri Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneme levhası tipleri

Levha Tipi	Ayçiçek tablası oranı (%)	Kokar ağaç (<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle) gövde odunu oranı (%)
1	0	100
2	10	90
3	20	80
4	30	70
5	100	0

Not: Kokar ağaç gövde odunu kabuğu soyularak kullanılmıştır.

2.2.2. Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi

Hammaddelerin kimyasal özelliklerinin belirlenmesinde; Odun kibrit çöpü büyüklüğünde inceltipilip hava kuru hale getirildikten sonra kimyasal analizlerde kullanılacak yeterli miktarı laboratuvar tipi Willey değirmeninde öğütülmektedir. Daha sonra 40 mesh (425 µ) ve 60 mesh (250 µ)' lik elekleri içeren sarsıntılı laboratuvar tipi elekde elenmiştir. 40 mesh'lik elekten geçen ve 60 mesh'lik elek üzerinde kalan kısım alınarak hava almaması için ağzı kapaklı cam kavanozlara konulmuştur. Son olarak hazırlanan odun örneklerinin rutubet miktarları belirlenmiştir (Tappi, 1992).

Hammaddelerin pH'ının belirlenmesinde Her test grubuna ait yaklaşık 5 gram örnek, rutubetleri belirlendikten sonra, içinde 150 ml destile edilmiş su bulunan bir erlenmayere yerleştirilmiş ve bir shaker ile 1 gün boyunca karıştırılmıştır. Bu süre sonunda elde edilen çözelti bir vakum pompası yardımıyla süzülerek pH ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Aydın, 2003).

Hammaddelerin % 1'lik NaOH çözünürlüğü TAPPI T 204 om-98 (2002), alkol-benzen çözünürlüğü TAPPI T 204 cm-97 (2002), soğuk ve sıcak su çözünürlükleri TAPPI T 207 cm-99 (1999), lignin tayini TAPPI T 222 om-02 (2006) ve kül tayini TAPPI T 211 om-85 (1992) standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Holoselüloz ve selüloz Wise ve arkadaşları (1962) tarafından geliştirilmiş klorit yöntemi, selüloz tayini Kurschner-Hoffner tarafından geliştirilen nitrik asit yöntemi (EPF, 1969) uygulanmıştır. Hemiselüloz tayininde ise holoselüloz miktarından selüloz miktarı çıkartılarak bulunmuştur. Kimyasal özelliklerin belirlenmesinden her bir grup levha için 3'ar adet örnek kullanılmıştır.

2.2.3. Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

Üretilen levhaların fiziksel özelliklerinden özgül ağırlık TS EN 323/1 (1999), 2 ve 24 saatlik kalınlık artış oranı TS EN 317 (1999); levhaların mekanik özelliklerinden eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü TS EN 310 (1993) ve yüzeye dik çekme direnci TS EN 319 (1993) standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesinde her bir grup için 20 örnek kullanılmıştır.

2.2.4. Yüzey Özelliklerinin Belirlenmesi

Yonga levhaların yüzey özelliklerinden yüzey pürüzlülüğü Mitutoyo SJ-301 modelindeki cihaz yardımıyla belirlenmiştir. Ölçümler DIN 4768 (1990) standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Her bir grup için 50x50x12 mm ebatlarında 10'ar adet örnek hazırlanmıştır. Örneklerin her iki yüzünden ölçüm yapılmıştır. Bu ölçümlerin sonucunda ortalama pürüzlülük değeri (Ra), en büyük pürüzlülük değeri (Ry) ve on nokta pürüzlülüğü (Rz) olmak üzere üç değişik pürüzlülük değeri belirlenmiştir.

2.2.5. Formaldehit Emisyonunun Belirlenmesi

Deneme levhalarının formaldehit emisyonlarının belirlenmesinde perferatör yöntemi kullanılmıştır. yaklaşık olarak 110± 0.01 g ağırlıkta tartılan deney örnekleri perferatör cihazının cam balonu içine konulmuş ve bunun üzerine 600 ml toluen ilave edilmiştir. Cihazın gaz absorpsiyon şişesi yaklaşık 100 ml destile su ile doldurulmuş ve cihaza balonlu cam boru ile bağlanmıştır. Bu işlemden sonra soğutma ve ısıtma işlemi başlar. Ekstraksiyon süresi boyunca toluenin geri akışı dakikada 70-90 damla kadar olmalıdır. Ekstraksiyon işlemi toluenin sifo borusuna geri gelmesi ile başlar ve 2 saat devam eder. Sürenin sonunda perferatör içindeki su bir ölçü kabına alınmış ve ortam sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra 2000 ml'lik balon jeye aktarılmıştır. Daha sonra balon jeye içindeki çözelti destile su ile 2000 ml'ye tamamlanmıştır. Ayrıca cihaza örnek konulmaksızın sadece toluen ile bir kör deneme yapılmıştır. 2000 ml'lik balon jeyede bulunan çözeltiden önce 10 ml alınarak destile su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra bu şekilde seyreltilmiş çözeltinin 10 ml'si alınarak bir şişeye konulmuş ve üzerine 10 ml 0.01 N asetil aseton ve 10 ml 0.01 N amonyum asetat ilave edilmiştir. Ağzı sıkıca kapatılan şişeler yaklaşık 40°C sıcaklıktaki bir su banyosunda 15 dakika süreyle bekletildikten sonra bir saat süreyle ışık almayan bir yerde soğutulmuştur. Bu çözeltilerin absorbans değerleri U.V. Spektrometre cihazında 412 nm'de fotometrik olarak ölçülmüştür. Ölçülen bu absorbans değerleri kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımı ile örneklerin içerdikleri formaldehit miktarları tespit edilmiştir (EN 120-1, 1993). Formaldehit emisyonunun belirlenmesinde her bir grup için 3'er adet örnek kullanılmıştır.

2.3. Verilerin Analizi

Örnekler üzerinde yapılan deneyler sonunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi SPSS paket programı kullanılmıştır. Bu program da ikiden fazla örnek ve bir faktör olduğundan basit varyans, analizi kullanılarak değişkenlerin etkili olup olmadıkları tespit edilmiştir. Bunun sonucunda etkilemenin anlamlı çıkması halinde ortalama değerler Newman-Keuls testi ile karşılaştırılmıştır (Batu, 1978).

3. Bulgular ve Tartışma

Kokar ağaç (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) Odunu ve ayçiçek tablasının ortalama kimyasal özellik değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Kokar ağaç gövde odunu ve ayçiçek tablasının ortalama kimyasal özellik değerleri

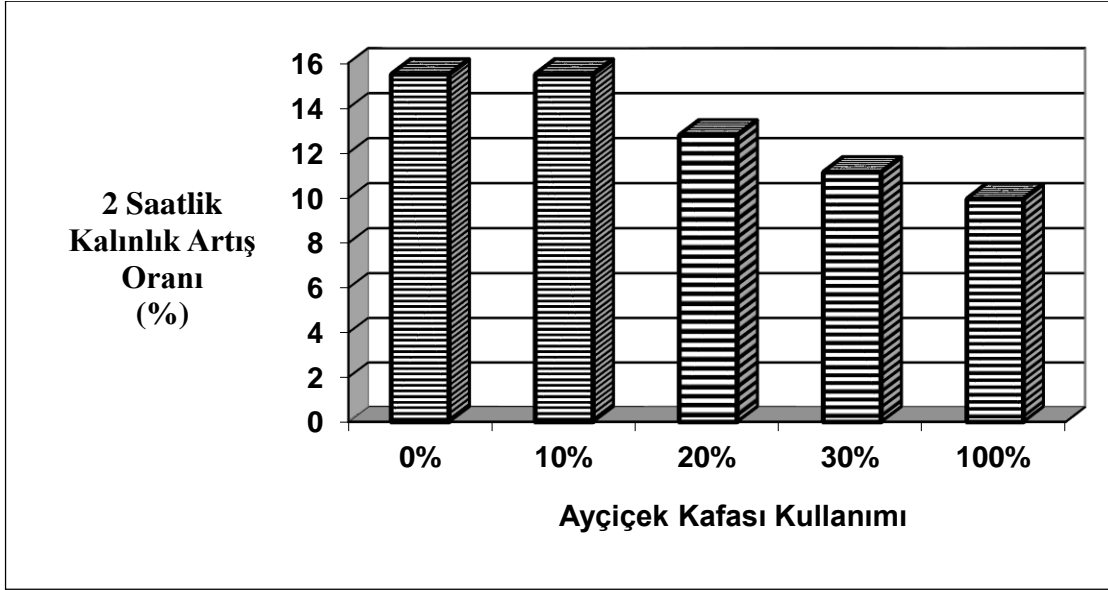
Kimyasal özellikler	Örnek sayısı	Kokar Ağaç	Standart sapma	Ayçiçek tablası	Standart sapma
Sıcak su çözünürlüğü (%)	3	4.05 (a)	0.04	38.02 (b)	0.07
Soğuk su çözünürlüğü (%)	3	3.75 (a)	0.06	38.16 (b)	1.46
% 1 NaOH çözünürlüğü (%)	3	18.20 (a)	0.85	73.47 (b)	1.12
pH	3	5.98 (a)	0.06	7.97 (b)	0.07
Kül (%)	3	0.20 (a)	0.02	20.84 (b)	0.04
Alkol-benzen çözünürlüğü (%)	3	1.98 (a)	0.03	7,02 (b)	0.04
Holoseülüz (%)	3	80.14 (a)	1.63	53.65 (b)	0.05
Selüloz (%)	3	51.03 (a)	0.09	39,02 (b)	0.14
Hemiselüloz (%)	3	29,11 (a)	0.55	14,63 (b)	0.09
Lignin (%)	3	20.03 (a)	0.17	17,01 (b)	0.11

Deneme levhalarının ortalama fiziksel ve mekanik özellikleri ve standart sapma değerleri ve Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Deneme levhalarının ortalama fiziksel, mekanik özellikleri, standart sapma değerleri ve Newman-Keuls testi sonuçları

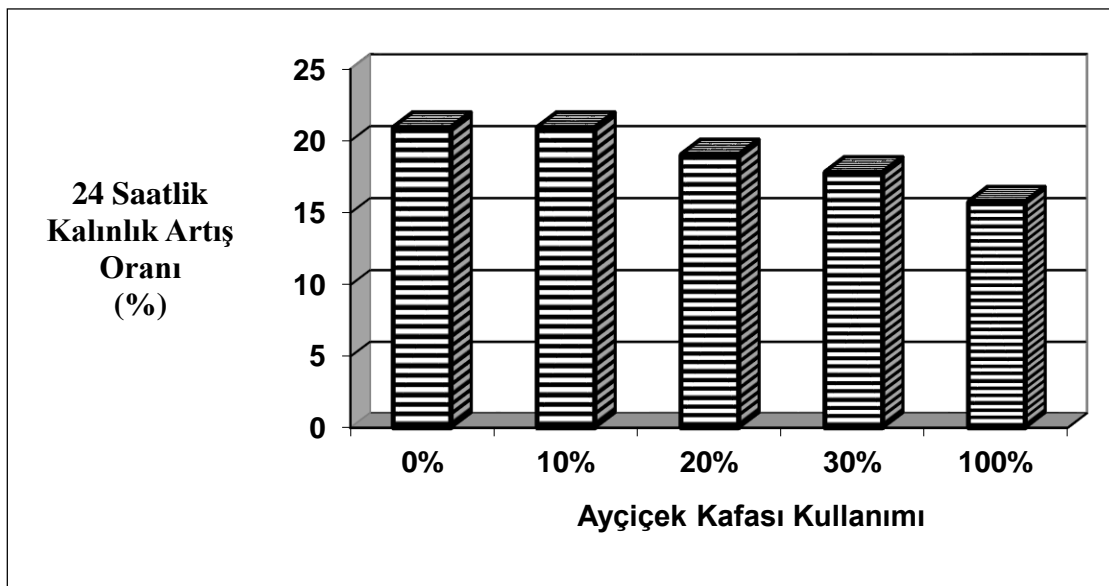
Levha Tipi	Rutubet Miktarı (%)	Özgül ağırlık (g/cm ³)	Kalınlığına şişme (2 saat) (%)	Kalınlığına şişme (24 saat) (%)	Eğilme direnci (N/mm ²)	Elastikiyet modülü (N/mm ²)	Yüzeye dik çekme direnci (N/mm ²)
1	9.64 a (0.18)	0.653 a (0.021)	15.76 a (0.71)	21.02 a (0.58)	13.77 a (0.58)	1930.18 a (52.03)	0.407 a (0.04)
2	9.63 a (0.25)	0.651 a (0.025)	15.43 a (0.34)	20.85 a (0.82)	13.55 a (0.30)	1918,36 a (48)	0.397 a (0.02)
3	9.61 a (0.23)	0.649a (0.022)	12.79 b (1.40)	19.06 b (0.56)	12.59 b (0.22)	1742.81 b (57.49)	0.322 b (0.03)
4	9.59 a (0.31)	0.647a (0.030)	11.14 c (0.47)	17.84 c (0.48)	11.69c (0.43)	1549.01 c (66.50)	0.278 c (0.02)
5	9.57 a (0.29)	0.645 a (0.033)	9.96 d (0.60)	15.78 d (0.43)	7.66 d (0.44)	911.90 d (99.82)	0.20 d (0.02)

Ayçiçek tablası kullanımının 2 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisi yapılan istatistiksel analizler sonucu önemli olduğu belirlenmiştir. Yine yapılan istatistiksel analizler sonucu % 10 ayçiçek tablası kullanımının anlamsız olduğu belirlenmiştir. En düşük şişme oranına % 100 ayçiçek tablası kullanılan levhalarda (% 9.96), en yüksek ise % 100 kokar ağaç kullanılan levhalardan (% 15.76) elde edilmiştir. Yapılan kimyasal analizler (Tablo 2) ayçiçek tablasının ekstraktif maddece zengin olduğunu göstermiştir. Bu ekstraktif maddeler (özellikle fenolik ekstraktifler) levhaya su itici özellik kazandırmaktadır. Yapılan çalışmalar da % 1 NaOH ve alkol-benzen çözünürlüklerinde çözünen vaks ve litofilik ekstraktifler oduna su itici özellik kazandırdığı belirlenmiştir (Maloney, 1993 ve Marshall vd., 1974). % 1 NaOH ve alkol benzen çözünürlükleri ayçiçek tablasında kokar ağaç gövde odununa göre yapılan çalışmalar sonucu daha yüksek çıktığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar kokar ağaç gövde odununda hemiselüloz oranının ayçiçek tablasından yüksek olduğunu göstermiştir. Su molekülleri hemiselüloza daha kolay bağlanabilmektedir (Sarı, 2013b). Bundan dolayı ayçiçek tablası az kullanılan yada kullanılmayan yonga levhaların kalınlık artışı oranı daha yüksek çıkmıştır. Bu nedenlerden dolayı % 20, % 30 ve % 100 ayçiçek tablası kullanımı 2 saatlik kalınlığına şişme miktarını düşürmüş olabilir. Ayçiçek tablası kullanımının 2 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisi Şekil 1'de gösterilmiştir.



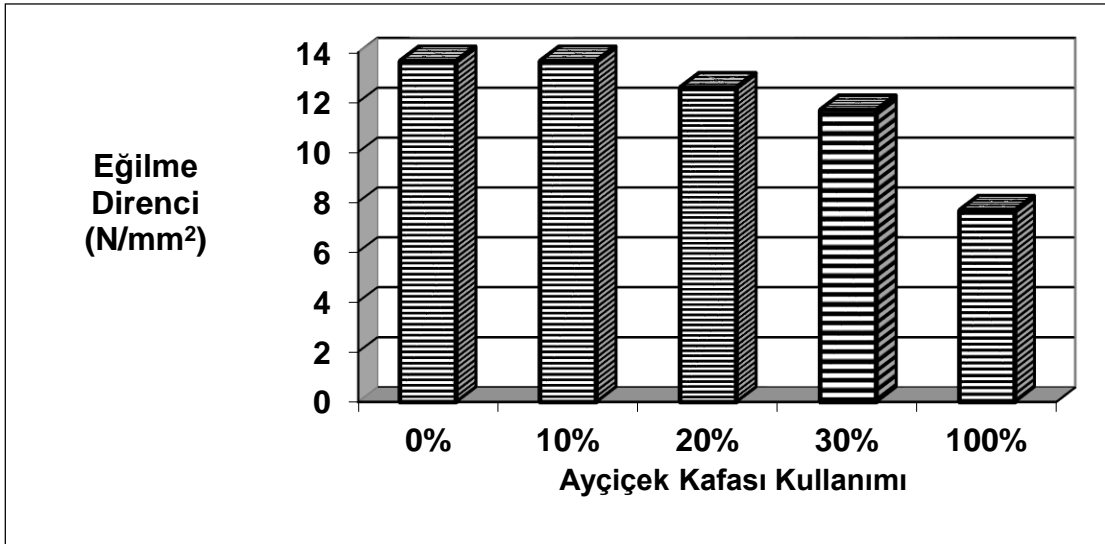
Şekil 1. Ayçiçek tablası kullanımının 2 saatlik kalınlık artış oranı üzerine etkisi

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucu ayçiçek tablası kullanım oranının % 10 olması 24 saat kalınlık artış oranı üzerinde etkili olmamıştır. Fakat ayçiçek tablası kullanım oranının % 20 , % 30 ve % 100 olması durumunda levhalardaki 24 saatlik kalınlık artış oranında belirgin bir azalma tespit edilmiştir. Yapılan kimyasal analizler ayçiçek tablasındaki sıcak ve soğuk suda ve alkol benzende çözünen ekstraktif maddeler kokar ağaç gövde odununa oranla daha yüksek çıkmıştır. Borgin ve Carbett (1974), Marshall ve arkadaşları (1974), Bariska ve Pizzi (1986), Vanleemput ve arkadaşları (1987), Passilias ve arkadaşları (1995), Passilias ve Vulgaridis (1999), ve Baharoğlu (2010)'a göre ekstraktif maddeler suya karşı direnci artırmaktadır. Yine yapılan bir çalışmada % 1 NaOH ve alkol benzende çözünen vaks ve litofilik ekstraktiflerin şişme miktarını azalttığını göstermiştir (Marshall, 1974; Maloney, 1993). Yapılan kimyasal çalışmalar sonucunda alkol benzen ve %1 NaOH çözünürlükleri ayçiçek tablasında daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu sebepten ötürü % 20, % 30 ve % 100 ayçiçek tablası kullanılarak üretilen levhaların 24 saatlik kalınlığına şişme miktarı daha düşük çıkmış olabilir. Yine yapılan kimyasal çalışmalarda kokar ağaç gövde odununda hemiselüloz oranının (Tablo 2) ayçiçek tablasından daha yüksek olduğu görülmektedir. Aynı zamanda, su molokülleri hemiselülozlar düzensiz zincir yapısında olduğundan daha kolay bağlanmaktadır (Sarı, 2013b; Bardak, 2014). Bundan dolayı kokar ağaç gövde odunu oranı daha yüksek olan levhalarda 24 saatlik şişme daha yüksek çıkmıştır. Ayçiçek tablası kullanımının 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine etkisi Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Ayçiçek tablası kullanımının 24 saatlik kalınlık artış oranı üzerine etkisi

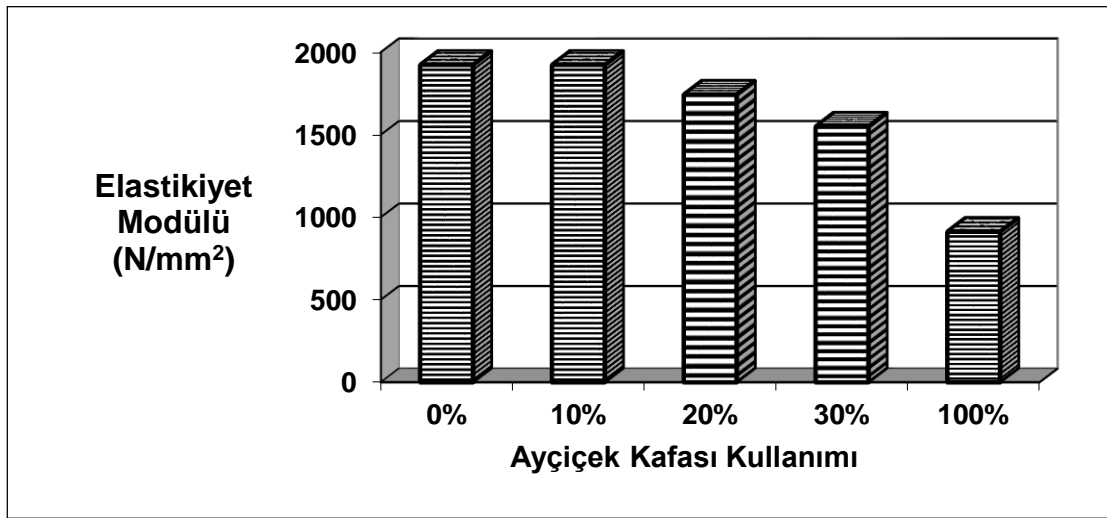
Yapılan mekanik deneyler ve bunların sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda % 10 ayçiçek tablası kullanımının eğilme direnci üzerinde etkisiz olduğu fakat % 20, % 30 ve % 100 ayçiçek tablası kullanımının eğilme direncini belirgin bir şekilde azalttığı tespit edilmiştir. En yüksek eğilme direnci değeri % 100 kokar ağaç gövde odunu kullanılarak üretilen levhalarda (21.02 N/mm^2) en düşük ise % 100 ayçiçek tablası kullanılarak üretilen levhalarda (15.78 N/mm^2) bulunmuştur. Kimyasal deneyler sonucu ayçiçek tablasının sıcak ve soğuk su çözünürlüklerinin kokar ağaç gövde odunundan yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 2). Levhaların preslenmesi sırasında sıcak ve soğuk suda çözünen ekstraktif maddeler uçtuğundan dolayı hava kabarcıkları oluşturmaktadır. Buda tutkal bağlarının zayıflamasına sebep olmaktadır (Baharoğlu, 2010). Bu nedenle belli bir oranın üzerinde ayçiçek tablası kullanılan levhalarda eğilme direnci düşük çıkmıştır. Ayrıca yapılan çalışmalarda % 1 NaOH ve alkol-benzen çözünürlüklerinin ayçiçek tablasında kokar ağaç gövde odununa göre yüksek çıktığı belirlenmiştir. Ekstraktif oranı yükseldiğinde ıslanabilirliği azaltmaktadır. Düşük ıslanabilirlik polar olmayan ekstraktiflerden kaynaklanmaktadır. ıslanabilirliğin azalması ile su bazlı formaldehit tutkallarının bünyesindeki fonksiyonel grupların odundaki hidroksil grupları ile hidrojen bağlarının sayısının azalmasına neden olmaktadır. Buda yapışma bağının zayıflamasına sebep olmaktadır. Yüzeyin ıslanabilirliğinin azalması ile yapışmanın olumsuz etkilendiği önceki çalışmalarda tespit edilmiştir. (Ayrılmış ve Wıandy, 2009. Ayrıca ekstraktif madde oranının artması ile tutkalın kendi içerisinde ve odun ile yaptığı bağ zayıflamaktadır (Christiansen, 1990). Üre formaldehit tutkalı için en iyi yapışma pH 4-5 arasında ve 5'e yakın olduğunda gerçekleşmektedir (Göker ve Akbulut, 1992). Kimyasal deneyler sonucu elde edilen verilere bakıldığında kokar ağaç odununda pH değerinin 5.98, ayçiçek tablasında ise çok yüksek ve 7.97 olduğu belirlenmiştir. Bu da ayçiçek tablası kullanılarak üretilen levhalarda üre formaldehit tutkalı yapışmanın olumsuz yönde etkilemektedir. Bunlara ek olarak kül (inorganik madde) oranı ayçiçek tablasında daha yüksek olduğu bulunmuştur. İnorganik madde oranının yükselmesi hidroksil gruplarını azaltmasına neden olacağından ve bu durum da hidrojen bağı sayısını düşüreceğinden eğilme direncinin azalmasına neden olabilir (Kim vd., 2006 ; Grigoriou, 2003; Yasin vd., 2010). Yine yapılan çalışmalarda, selüloz oranı ayçiçek tablasında düşük olduğu belirlenmiştir. Selüloz miktarının azalması mekanik özellikleri olumsuz yönde etkilemektedir (Pettersen, 1984). Ayrıca ayçiçek tablası çiçeksi yapıda olması yani odunun ana bileşenleri olan selüloz ve lignin oranının çok düşük olduğundan ayçiçek tablası yongalanırken zayıf ve ince yonga vermektedir. Buda üretilen levhaların eğilme direncini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu sayılan nedenlerden ötürü üretilen levhalarda belli bir oranın üzerinde ayçiçek tablası kullanılması eğilme direncini düşürmüş olabilir. Ayçiçek tablası kullanımının eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Ayçiçek tablası kullanımının eğilme direnci üzerine etkisi

Mekanik deneylerden elde edilen sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucu % 10 ayçiçek tablası kullanımının eğilmede elastikiyet modülü üzerinde etkisiz olduğu fakat % 20, % 30 ve % 100 ayçiçek tablası kullanımının elastikiyet modülünü belirgin bir şekilde azalttığı tespit edilmiştir. Yapılan kimyasal deneyler sonucu ayçiçek tablasının sıcak ve soğuk su çözünürlüklerinin kokar ağaç gövde odunundan yüksek olduğu görülmüştür. Presleme sırasında sıcak ve soğuk suda çözünen ekstraktif maddeler uçmaktadır. Buda levhalarda hava kabarcığı oluşmasına sebep olmakta ve bunun sonucunda da tutkal bağları zayıflamaktadır (Baharoğlu, 2010; Bardak, 2014; Bardak, 2017). Bu nedenle belli bir oranın üzerinde ayçiçek tablası kullanılan levhalarda eğilmede elastikiyet modülü düşük çıkmış olabilir. Ayrıca yapılan çalışmalarda % 1 NaOH ve alkol-benzen çözünürlüklerinin ayçiçek tablasında kokar ağaç gövde odununa göre yüksek çıktığı görülmüştür. Ekstraktif oranı yükseldiğinde ıslanabilirliği

düşürmektedir. İslanabilirliğin düşük olması polar olmayan ekstraktiflerden kaynaklanmaktadır. Su bazlı formaldehit tutkallarının bünyesindeki fonksiyonel grupların odundaki hidroksil grupları ile hidrojen bağlarının sayısını azaltması ıslanabilirliğin azalmasından kaynaklanmaktadır.. Buna bağlı olarak da yapışma bağı zayıflamaktadır. Yüzeyin ıslanabilirliğinin azalması ile yapışmanın olumsuz etkilendiği daha önce yapılan çalışmalarda belirlenmiştir. (Ayrılmış ve Winandy, 2009; Jarusombuti vd., 2010). Üre formaldehit tutkalı asidik yapıda olduğundan en iyi yapışma direncini pH 4-5 arasında ve 5'e yakın olduğunda vermektedir (Göker ve Akbulut, 1992). Kimyasal deney sonuçlarına bakıldığında ayçiçek tablasının pH değerinin (7.97) daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum yapışmayı olumsuz etkilemektedir. Bunlara ek olarak kül (inorganik madde) oranı ayçiçek tablasında yüksek çıkmıştır. İnorganik madde oranının yükselmesi hidroksil grupları sayısını azaltmakta, bu da hidrojen bağı sayısını düşürerek elastikiyet modülü azaltmış olabilir (Kim vd., 2006 ; Grigoriou, 2003; Yasin vd., 2010). Yine yapılan kimyasal çalışmalar sonucu ayçiçek tablasındaki selüloz oranının düşük çıktığı görülmüştür. Selüloz oranının düşmesi mekanik özellikleri olumsuz yönde etkilemektedir (Pettersen, 1984). Ayrıca ayçiçek tablası düşük yoğunlukta ve ana bileşenler olan selüloz oranının düşük olduğunda yongalanması sırasında direnci düşük yonga vermektedir. Bütün bu nedenlerden dolayı % 20, % 30 ve % 100 ayçiçek tablası kullanımını elastikiyet modülünün azalmasına neden olmuş olabilir. Ayçiçek tablası kullanımının elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 4'de verilmiştir.

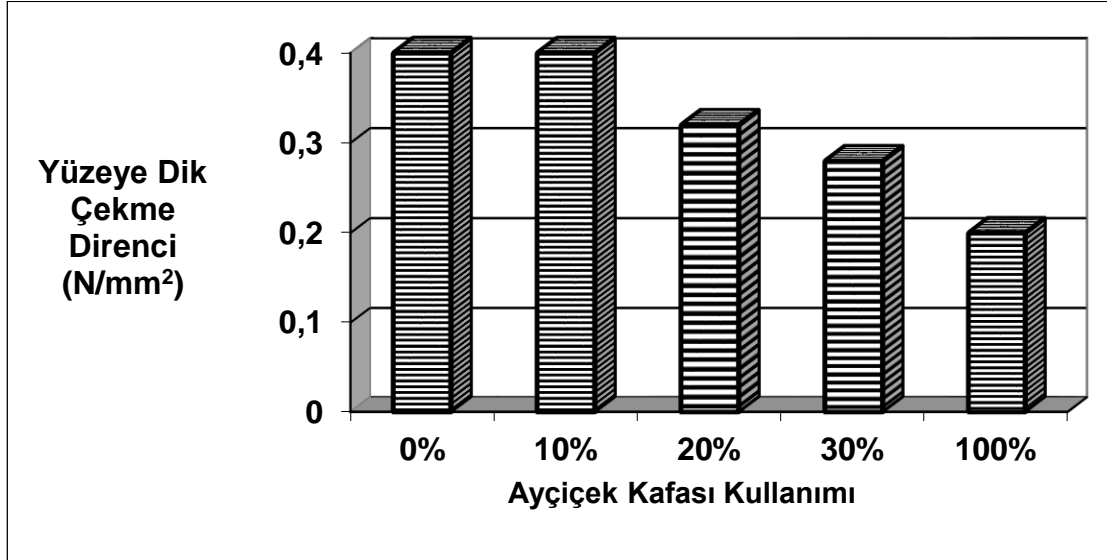


Şekil 4. Ayçiçek tablası kullanımının elastikiyet modülü üzerine etkisi

Yapılan deneyler sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analizleri sonucu % 10 ayçiçek tablası kullanımının yüzeye dik çekme direnci üzerinde etkisiz olduğunu fakat % 20, % 30 ve % 100 ayçiçek tablası kullanımının yüzeye dik çekme direncini önemli bir derecede azalttığını göstermiştir. Ayçiçek tablası pürüzlü yüzeye sahip olduğundan çok tutkal emer yonga yüzeylerinde yeterince tutkal kalmaz bu da tutkallamanın iyi olmamasına neden olabilmektedir. Yapılan kimyasal deneyler sonucu ayçiçek tablasının selüloz oranının (% 39.02) kokar ağaç gövde odunundan (% 51.03) az olduğu görülmüştür. Selüloz mekanik dirençleri artıran bir bileşen olduğundan ayçiçek tablası kullanımı yüzeye dik çekme direncini düşürebilir. Üre formaldehit tutkalı için en iyi yapışma pH 4-5 arasında ve 5'e yakın olduğunda gerçekleşmektedir (Göker ve Akbulut, 1992). Ayçiçek tablasının pH değerinin üre formaldehit tutkalı için çok yüksek olduğu (7.97) yapılan kimyasal çalışmalar sonucu bulunmuştur. Bu nedenlerden dolayı belirli oranlarda ayçiçek tablası kullanılan levhaların yüzeye dik çekme direnci düşük çıkmış olabilir. Ayçiçek tablasının sıcak ve soğuk su çözünürlüklerinin kokar ağaç gövde odunundan yüksek olduğu belirlenmiştir. Sıcak ve soğuk suda çözünen ekstraktif maddeler presleme sırasında uçtuğu için hava kabarcıklarının oluşmasına buda yapışmanın iyi olmamasına neden olmaktadır (Baharoğlu, 2010; Bardak, 2014; Bardak, 2017). Bunun yanın da bu ekstraktif maddeler (asedik asit, üranik asit, vb) sıcak presleme sırasında odunla tutkal arasındaki bağı zayıflatmaktadır. Bu durum da yüzeye dik çekme direncini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle belli bir oran üzerinde ayçiçek tablası kullanılan levhalarda yüzeye dik çekme direnci düşük olabilir. Ayrıca yapılan çalışmalarda % 1 NaOH ve alkol-benzen çözünürlüklerinin ayçiçek tablasında kokar ağaç gövde odununa göre yüksek çıktığı görülmüştür. Ekstraktif oranı yükseldiğinde ıslanabilirliği düşürebilmektedir. İslanabilirliğin azalması ile su bazlı formaldehit tutkallarının bünyesindeki fonksiyonel grupların odundaki hidroksil grupları ile hidrojen bağlarının sayısını azaltmasına neden olmaktadır. Buna bağlı olarak da yapışma bağı azaltmakta ve yüzeye dik çekme direncinin düşmesine neden olmaktadır. Yüzeyin ıslanabilirliğinin azalması ile yapışmanın olumsuz etkilendiği daha önce yapılan çalışmalarda belirlenmiştir. (Ayrılmış ve Winandy, 2009; Jarusombuti vd., 2010). Bunlara ek olarak kül (inorganik madde) oranı ayçiçek tablasında yüksek çıkmıştır. İnorganik madde oranının yükselmesi hidroksil grupları sayısını azaltacağından (Kim vd., 2006 ; Grigoriou, 2003; Yasin vd., 2010) bu da hidrojen bağı sayısını

azaltarak yüzeye dik çekme direncinin düşmesine neden olabilmektedir. Ayrıca ayçiçek tablası yongalanması sırasında ince ve düşük yoğunlukta ve dirençte yonga vermektedir. Bu durumda yüzeye dik çekme direncinin düşmesine neden olmaktadır. Ayçiçek tablası kullanımının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 5’de verilmiştir.

Mekanik özelliklerin üzerinde levhaların özgül ağırlık değerlerinin fazla etkili olmadığı görülmüştür. Bunun nedeni levhaların üretiminde özgül ağırlık hedefinin 0.65 gr/cm^3 olarak belirlenmesi ve üretilen levhaların bu hedefe çok yakın değerler almasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 5. Ayçiçek tablası kullanımının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

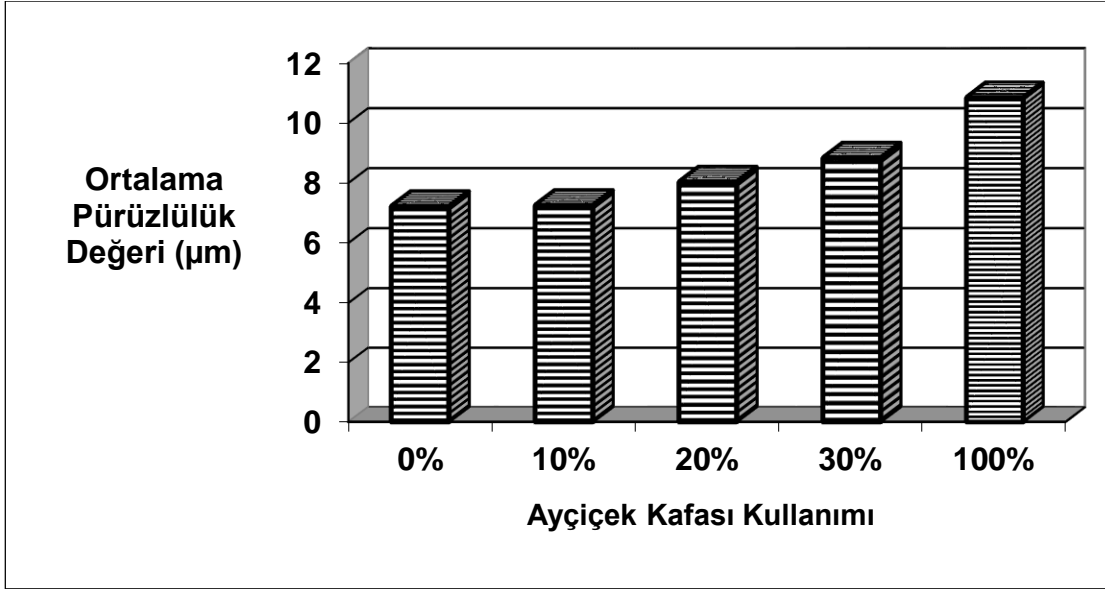
Deneme levhalarının ortalama yüzey pürüzlülük, formaldehit emisyon değerleri ve standart sapma değerleri ve Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4 Deneme levhalarının ortalama yüzey pürüzlülük, formaldehit emisyon ve standart sapma değerleri ve Newman-Keuls testi sonuçları

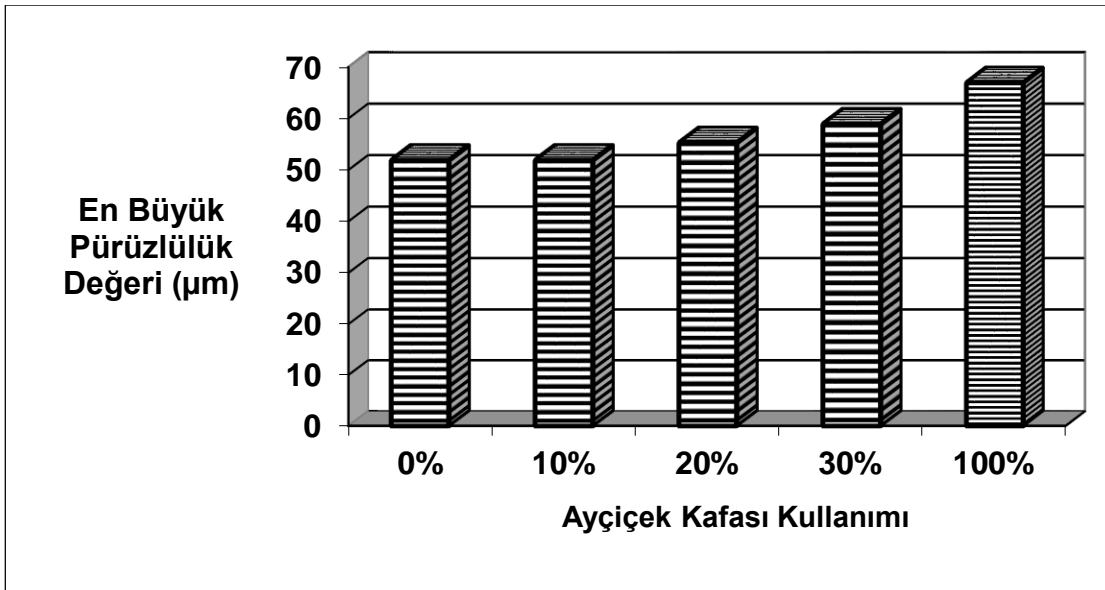
Levha Tipi	Ra (μm)	Ry (μm)	Rz (μm)	Formaldehit emisyonu (mg/100g t.k.l.)
1	7.25 a (0.21)	51.73 a (2.63)	32.02 a (1.86)	9.90 a (0.08)
2	7.30 a (0.23)	52.08 a (2.80)	33.01 a (3.26)	9.61 a (0.24)
3	8.04 b (0.51)	55.29 b (3.01)	36.27 b (2.43)	8.52 b (0.47)
4	8.84 c (0.59)	58.94 c (2.60)	40.08 c (1.95)	7.29 c (0.49)
5	10.85 d (1.02)	66.95 d (3.58)	45.03 d (3.57)	5.30 d (0.25)

Yapılan çalışmalar ayçiçek tablası kullanımının pürüzlülük değerleri (Ra, Ry ve Rz) üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. En yüksek pürüzlülük değerleri % 100 ayçiçek tablası kullanılan levhalarda bulunmuştur. En düşük pürüzlülük değerleri ise % 100 kocar ağaç gövde odunu kullanılan levhalarda bulunmuştur. Ayçiçek tablası kullanım oranı yükseldikçe (% 10 ayçiçek tablası kullanımı hariç) pürüzlülük değerleri arttığı belirlenmiştir. Bunun nedeni ayçiçek tablasının asıl bileşenler olan selüloz ve lignin oranının çok düşük olması ve ayçiçek tablası yoğunluğunun düşük olması gibi nedenlerle yongalanmaları sırasında çok pürüzlü yongalar vermesinden kaynaklanabilmektedir. Diğer bir neden ekstraktif maddeler ve kül ayçiçeği tablasında yüksek olduğu bulunmuştur. Ekstraktif maddeler ve kül odunun yapışmasını olumsuz etkilemektedir. Düşük yapışmada yongaların yüzey pürüzlülüğünü arttırmaktadır (Lehman and Geimer, 1974). Bu durum üretilen levhalarda ayçiçek tabla oranının artmasıyla pürüzlülük değerlerinin

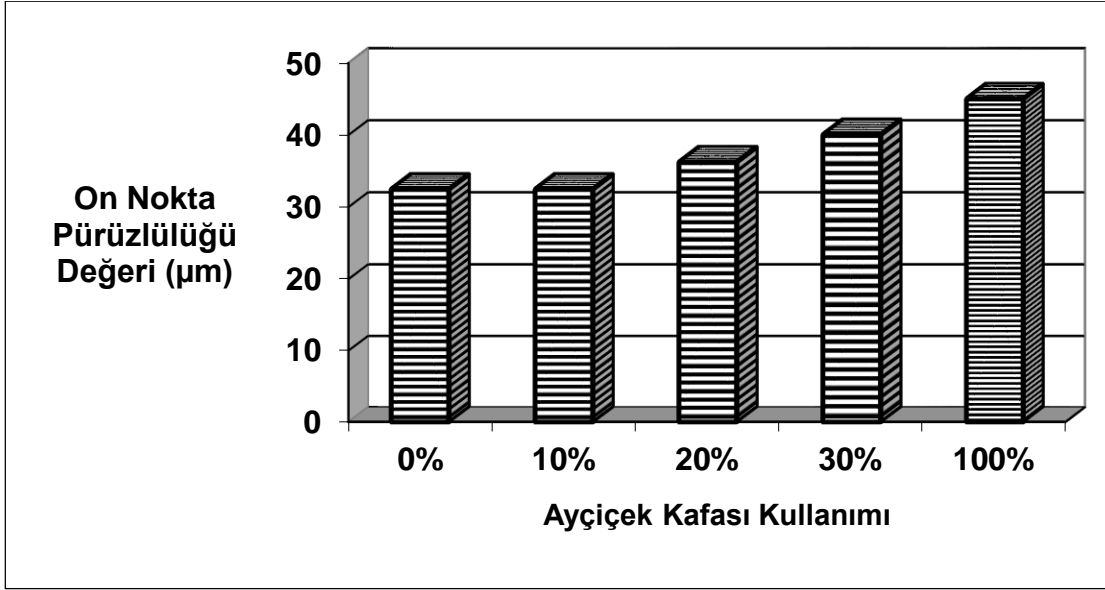
yükselmesine neden olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı ayçiçek tablasından üretilen levhaların ortalama pürüzlülük değerlerinin yüksek çıkmaktadır. Levhaların yüzey pürüzlülük değerleri Şekil 6,7 ve 8’de gösterilmiştir.



Şekil 6. Ayçiçek tablası kullanımının ortalama pürüzlülük değeri üzerine etkisi

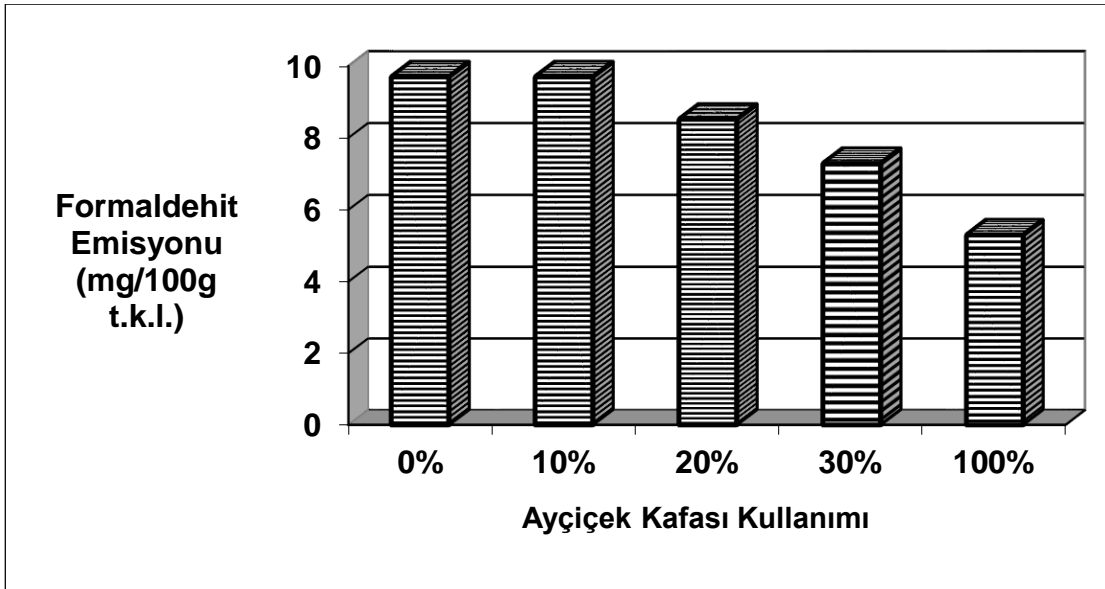


Şekil 7. Ayçiçek tablası kullanımının en büyük pürüzlülük değeri üzerine etkisi



Şekil 8. Ayçiçek tablası kullanımının on nokta pürüzlülüğü değeri üzerine etkisi

Yapılan deneyler ve elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucu ayçiçek tablası kullanımının formaldehit emisyonu üzerinde etkili olduğu ve % 10 ayçiçek tablası kullanımı hariç ayçiçek tablası kullanım oranı arttıkça formaldehit emisyonunun azaldığını göstermiştir. En düşük formaldehit emisyonu değerlerine ayçiçek tablası kullanımı % 100 olan levhalarda (5.30 mg/100g t.k.l.), en yüksek formaldehit emisyonu değerlerine ise % 100 kocar ağaç odunu kullanılan levhalarda (9.90 mg/100g t.k.l.) elde edilmiştir. Soğuk su ve sıcak suda çözünen ekstraktif maddeler formaldehiti bağlamaktadır. (Akbulut, 1995). Ayçiçek tablasında soğuk ve sıcak suda çözünen ekstraktif maddelerce zengin olduğundan formaldehiti bağlamaktadır. (Yusuf, 1996; Raffael vd., 2000) Bu durumda formaldehit emisyonunu azaltmasını sağlamaktadır. Formaldehit emisyonu üzerine ayçiçek tablası kullanımının etkisi Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 9. Ayçiçek tablası kullanımının formaldehit emisyonu üzerine etkisi

4. Sonuçlar

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

1. TS EN 312 (2012) no'lu standartta 12 mm kalınlığındaki yonga levhalar için nemli şartlarda yük taşıyıcı olmayan yonga levhalarda 24 saatlik kalınlığına şişme oranının en çok % 14, kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar

için 24 saatlik kalınlığına şişme en çok % 16, nemli şartlarda yük taşıyıcı olarak kullanılan yonga levhalarda 24 saatlik kalınlığına şişme en çok % 11, kuru şartlarda ağır yük taşıyıcı levhalarda 24 saatlik kalınlığına şişme en çok % 15 ve nemli şartlarda ağır yük taşıyıcı levhalarda 24 saatlik kalınlığına şişme ise en çok %9 olması öngörülmektedir. Levha gruplarından hiç biri bu standarda uymamaktadır.

2. Levhaların üretilmesinde ayçiçek tablası kullanımının (%10 ayçiçek tablası kullanımı hariç) 2 saatlik ve 24 saatlik kalınlığına şişme üzerinde etkili olduğu ve % 20, % 30 ve %100 ayçiçek tablası kullanımının 2 saatlik ve 24 saatlik kalınlığına şişmeyi azalttığı belirlenmiştir.

3. 12 mm kalınlığındaki yonga levhalarda minimum eğilme direncinin genel kullanım için 12.5 N/mm², mobilya üretimi için 13 N/mm² olması öngörülmektedir (TS EN 312, 2012). Yapılan deneyler sonucu 1 ve 2. grup levhaların mobilya üretiminde ve 3. grup levhaların ise genel kullanım için uygun olduğu saptanmıştır. 4-5. grup levhalar ise standart dışı levhalardır.

4. Ayçiçek tablası kullanımının eğilme direnci üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. En yüksek eğilme direnci değerine ayçiçek tablası kullanılmayan levhalarda, en düşük eğilme direnci değerine ise, % 100 ayçiçek tablası kullanılan levhalarda ulaşılmıştır. % 10 ayçiçek tablası kullanımının istatistiksel olarak etkisiz olduğu belirlenmiştir. Ayçiçek tablası kullanım miktarının artışına paralel olarak eğilme direnci değeri azalmıştır.

5. Elastikiyet modülü değerlerinin 12 mm kalınlığındaki levhalarda en az; mobilya üretimi için 1800 N/mm² olması öngörülmektedir (TS EN 312, 2012). Buna göre yapılan çalışmalar sonucu 1 ve 2. grup levhaların mobilya üretimi için uygun olduğu tespit edilmiştir.

6. Ayçiçek tablası kullanımının elastikiyet modülü üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. En yüksek elastikiyet modülü değerine % 100 koker ağaç gövde odunu kullanılan levhalarda en düşük elastikiyet modülü değerine ise % 100 ayçiçek tablası kullanılan levhalarda ulaşılmıştır. %10 ayçiçek tablası kullanımının istatistiksel olarak anlamsız olduğu belirlenmiştir. Ayçiçek tablası kullanım miktarının artışına paralel olarak elastikiyet modülü değeri azalmıştır.

7. Yüze dik çekme direnci değerlerinin 12 mm kalınlığındaki levhalarda en az; genel kullanım için 0.28 N/mm², mobilya üretimi için 0.40 N/mm² olması öngörülmektedir (TS EN 312, 2012). Buna göre 1. grup levhaların mobilya üretimi için ve 2-3. grup levhaların ise genel kullanım için uygun olduğu tespit edilmiştir. 4-5. grup levhalar ise standart dışı levhalardır.

8. Ayçiçek tablası kullanımının yüze dik çekme direnci üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. En yüksek yüze dik çekme direnci değerine ayçiçek tablası kullanılmayan levhalarda en düşük yüze dik çekme direnci değerine ise % 100 ayçiçek tablası kullanılan levhalarda ulaşılmıştır. % 10 ayçiçek tablası kullanımının yüze dik çekme direnci üzerinde istatistiksel olarak anlamsız olduğu belirlenmiştir. Ayçiçek tablası kullanım miktarının artışına paralel olarak yüze dik çekme direnci değeri azalmıştır.

9. Yapılan deneyler sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analizleri sonucu ayçiçek tablası kullanımının ortalama pürüzlülük değeri, en büyük pürüzlülük değeri ve on nokta pürüzlülüğü değerlerini etkilediği tespit edilmiştir. En yüksek pürüzlülük değerlerine % 100 ayçiçek tablası kullanılan levhalarda, en düşük pürüzlülük değerlerine ise % 100 koker ağaç gövde odunu kullanılan levhalarda ulaşılmıştır.

10. E2 tutkalları için maksimum formaldehit emisyonu >8 mg/100 g tam kuru levha CH₂O ≤30 mg/100 g tam kuru levha CH₂O olması öngörülmektedir (EN 120, 1993). Levhalar bu bakımdan standartta belirtilen esaslara uymaktadır.

11. Yapılan istatistiksel analizler sonucu levhaların üretiminde % 10 ayçiçek tablası kullanımının formaldehit emisyonu üzerinde etkili olmadığı fakat % 20, % 30 ve % 100 ayçiçek tablası kullanımının formaldehit emisyonu üzerinde etkili olduğu ve formaldehit emisyonunu azalttığı belirlenmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma, Artvin Çoruh Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nün 2016.F11.02.05 Nolu projesi tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

1. Akbulut, T. (1995). Çeşitli Faktörlerin Yatay Preslenmiş Yonga levhaların Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi İstanbul, Türkiye, 132 s.
2. Alma, M.H., Kalaycıoğlu, H., Bektaş, İ., Tutuş, A. (2005). Properties of cotton carpel based particleboards. *Industrial Crops and Products*, 22(2): 141-149.
3. Almeida, R. R., Del Menezzi, C. H. S., Teixeira, D. E. (2002). Utilization of the coconut shell of babaçu (*Orbignya* sp.) to produce cement-bonded particleboard. *Bioresource Technology*, 85(2), 159-163.
4. Aydın, I. (2003). Çeşitli Ağaç Türlerinden Elde Edilen Kaplamaların Islanabilme Yeteneği ve Yapışma Direnci Üzerine Bazı Üretim Şartlarının Etkileri, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, 300 s.

5. **Ayrılmış, N., Wıandy, J.E. (2009).** Effect of heat-treatment on surface characteristics and adhesive bonding performance of medium density fiberboard. *Materials and Manufacturing Process*, 24: 594-599.
6. **Baharoğlu, M. (2010).** Ağaç Türü, Parafın Kullanım Miktarı ve Uygulama Şeklinin Yonga levhanın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, 155 s.
7. **Bardak, S., Nemli, G., Sarı, B., Baharoğlu, M., Zekoviç, E. (2010).** Manufacture and properties of particleboard composite from waste sanding dusts. *High Temperature Materials and Processes*, 29(3): 159-167.
8. **Bardak, S. (2014).** Kokar Ağaç (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) Odununun Yonga levha Endüstrisinde Değerlendirilebilme İmkanları, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, 378 s.
9. **Bardak, S., Nemli, G., Tiryaki, S. (2017).** The influence of raw material growth region, anatomical structure and chemical composition of wood on the quality properties of particleboards. *Maderas. Ciencia y tecnologia*, 19(3): 363-372.
10. **Bardak, T., Sözen, E. (2018).** Yonga Levha ve Lif Levhaların Su Alma Davranışlarının Dijital Görüntü Korelasyon (DGK) Yöntemi İle Karakterize Edilmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(3): 525-534.
11. **Bariska, M., Pizzi, A. (1986).** The interaction of polyflavonoid tannins with wood cell walls. *Holzforschung*, 40(5): 299-302.
12. **Batu, F. (1978).** Varyans Analizi. *K.T.Ü Orman Fakültesi Dergisi*, 12: 234-235
13. **Bektaş, İ., Güler, C., Kalaycıoğlu, H. (2002).** Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) saplarından üre formaldehit tutkalı ile yonga levha üretimi. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5(2): 49-55.
14. **Bektaş, İ., Güler, C., Kalaycıoğlu, H., Mengeloğlu, F., Nacar, M. (2005).** The manufacture of particleboards using sunflower stalks (*helianthus annuus* l.) and poplar wood (*populus alba* L.). *Journal of Composite Materials*, 39(5): 467-473.
15. **Borgin, K., Corbett, K. (1974).** The hydrophobic properties of wattle bark extractives. *Wood Science Technology*, 8(2) 138-147.
16. **Browning, B.L. (1967).** Methods of Wood Chemistry, Volume I, John Wiley and Sons Inc., New York, USA.
17. **Christiansen, A.W. (1990).** How overdrying wood reduces its bonding to phenol formaldehyde adhesives: a critical review of the literature, part 1: The physical responses. *Wood and Fiber Science*, 22(4): 441-459.
18. **DIN 4768. (1990).** Determination of values of surface roughness parameters Ra, Rz, Rmax using electrical contact (stylus) instruments, concepts and measuring condition. Deutsches Institut for Norming, Berlin Germany.
19. **DPT: Ayçiçeği (Helianthus annuus L.) Saplarından Yonga levha Üretimi, DPT projesi, 98K/122160, 1998-2001.**
20. **EN 120. (1993).** Determination of formaldehyde content in fiberboard by using perforator method. European Committee for Standardization, Brussels-Belgium.
21. **EN 120-1. (1993).** Wood based panels, determination of formaldehyde content-extraction method called perforator method. European Committee for Standardization, Brussels-Belgium.
22. **E.P.F. (1969).** Manipulationsde chimie papetiere, Grenoble.
23. **Gerardi, V., Mineli, F., Viggiano, D. (1998).** Steam treated rice, industry residues as an alternative feedstock for the wood based particleboard industry in Italy. *Biomass and Bioenergy*, 14(3): 295-299.
24. **Göker, Y., Akbulut, T. (1992).** Yonga levha ve kontrplağın özelliklerini etkileyen faktörler, "Orenko 92" I. Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi, Eylül, Trabzon, Bildiri Metinleri 1. Cilt, 269-287.
25. **Grigoriou, A.H., Ntalos, G.A. (2001).** The Potential use of easter stalks as a lignocellulosic resource for particleboards. *Industrial Crops and Products*, 13(3): 209-218.
26. **Grigoriou, A.H. (2003).** Waste paper-wood composites bonded with isocyanate. *Wood Science Technology*, 37: 79-89.
27. **Güler, C., Bektaş, İ., Kalaycıoğlu, H. (2006).** The experimental particleboard manufacture from sunflower stalks (*Helianthus annuus* L.) and Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.). *Forest Products Journal*, 563(4): 56-60.
28. **Güler, C., Özen, R. (2004).** Some properties of particleboards made from cotton stalks. *Holz als Roh-Und Werkstoff*. 62(1): 40-43.
29. **Jain, N.C., Gupta, R.C., Jain D.K. (1967).** Particleboard from groundnut shells, Proceedings of 11th Silviculture Conference, India.
30. **Jiaying, X., Guenping, H. (2003).** Development of binderless particleboard from kenaf core using steam injection pressing. *Journal of Wood Science*, 49(4): 327-332.

31. Kalaycıoğlu, H., Nemli, G. (2006). Producing composite particleboard from kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) stalks. 24(2): 177-180.
32. Khedari, J., Choroenvai, S., Hirunlabh, J. (2003). New insulating particleboard from durian peel and coconut coir. *Bulding and Enviroment*, 38(3): 435-441.
33. Khedari, J., Nonkangrob, N., Hirunlabh, J., Teekasap, S. (2004). New lost-cost insulating particleboards from mixture of durian peel and coconut coir. *Bulding and Enviroment* 39: 59-65.
34. Khristova, P., Yussifou, N., Gabir, S., Glavche, I., Osman, Z. (1998). Particleboards from sunflower stalks and tannin-modified UF resin. *Cell. Chem. Technol.* 32: 327-337.
35. Kim, S., Kim, H. J., Kim, H. S., Lee, H. H. (2006). Effect of bio-scavengers on the curing behavior and bonding properties of melamine-formaldeyde resins. *Macromolecular Materials and Engineering*, 291: 1027-1034.
36. Kollmann, F. (1966). Holzspanwerkstoffe, Holzpanplatten und Holzspanformlange Rohstoffe, Herstellung, Plankosten Qualitätskontrolle Usw, Berlin, Heidelberg, New York.
37. Lehman, W.F., Geimer, R.L. (1974). Properties of structural particleboards from douglas-fir forest residues. *Forest Products Journal* 24(10): 17-25.
38. Maloney, T.M. (1993). Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing. Hal Leonard Corp, San Francisco, USA, 681.
39. Marshall, S.W., Ifju, G., Johnson, J.A. (1974). The role of ekstraktives in the hydrophbic behavior of loblolly pine rhytidome, *Wood and Fiber*, 5(4): 353-363.
40. Mo, X., Cheng, E., Wang, D., Sun, X. (2003). Physieal properties of medium-density wheat straw particleboard using different adheives. *Industrial Crops and Products*, 18: 47-53.
41. Nemli, G., Kirci, H., Serdar, B., Ay, N. (2003). Suitability of kiwi prunings for particleboard manufacturing. *Industrial Crops and Products*, 17(1): 39-46.
42. Nemli, G., Aydin, A. (2007). Evaluation of the physical and mechanical properties of particleboard made from the needle litter of *pinus pinaster* ait. *Industrial Crops and Products*, 26: 252-258.
43. Nemli, G., Demirel, S., Gümüşkaya, E., Aslan, M., Acar, C. (2009). Feasibility of incorporating waste grass clippings (*lolium perene* L.) in particleboard composites. *Waste Management*, 29(3): 1129-1131.
44. Ntalos, G.A., Grigoriu, A.H. (2002). Chacterization and utilization of vine prunings as a wood subsitute for particleboard production. *Industrial Crops and Products*, 16(1): 59-68.
45. Oh, Y.S., Yoo, J.Y. (2011). Properties of particleboard made from chili pepper stalks, *Journal of Tropical Forest Science*, 23(4): 473-477.
46. Papadopulos, A.N., Hague, J.R.B. (2003). The potential for using flax shive as a lignocellulosic raw material for particleboard. *Industrial Crops and Products*, 17: 143-147.
47. Papadopulos, A.N., Traboulay E.A., Hill, C.A. (2002). One layer experimental particleboard from coconutchips. *Holz als Roh-Und Werkstoff*, 60(2): 394-396.
48. Pettersen, R.C. (1984). The Chemical Composition of Wood. In: The Chemistry of Solid Wood. Edited by Rowell, R.M., American Chemical Society.
49. Raffael, E., Dix, B., Okum, J. (2000). Use of spruce tanin as a binder in particleboards and MDF. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 58: 301-305.
50. Sarı, B., Nemli, G., Ayrılmış, N., Baharoğlu, M., Bardak, S. (2013). The influence of drying temperature of wood particles on the quality properties of particleboard composite. *Drying Technology*, 31(1): 17-23.
51. TAPPI Standarts. (1992). Official test methods association of the pulp and paper industry. U.S.A.
52. TAPPI T 204 om-98. (2002). One percent sodium hydroxide solubility of wood and pulp. TAPPI Press.
53. TAPPI T 204 cm-97. (2002). Solvent extractives of wood and pulp. TAPPI Press.
54. TAPPI T 207 cm-99. (1999). Water solubility of wood and pulp. TAPPI Press.
55. TAPPI T 222 om-02. (2006). Acid-insoluble lignin in wood and pulp. TAPPI Press.
56. TAPPI T 211 om-85. (1992). Ash in wood and pulp. TAPPI Test Methods, Tappi Press, Atlanta Georgia, Vol I.
57. TS 642. (1999). Kondisyonlama ve/veya deney için standart referans atmosferleri. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
58. TS 4176. (1984). Odunun fiziksel ve mekanik özelliklerinin tayini için homojen meşcerelerden numune ağacı ve labaratuvar numunesi alınması. I. Baskı, TSE, Ankara.
59. TS EN 310. (1993). Wood based panels, determination of modulus of elasticity in bending and bending strength. European Committee for Standardization, Bruxelles, Belgium.
60. TS EN 317. (1999). Particleboard and fiberboards, determination of swelling in the thickness after immersion. European Committee for Standardization, Bruxelles, Belgium.
61. TS EN 319 (1993). Particleboards and fiberboards, determination of tensile strength perpendicular to the plane of the board. European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.

62. **TS EN 323/1. (1999)**. Ahşap esaslı levhalar, birim hacim ağırlığının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
63. **TS EN 312. (2012)**. Yonga levhalar-özellikler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
64. **Turreda, L.D. (1983)**. Bagasse, wood and wood-bagasse particleboards bonded with urea formaldehyde and polyvinil acetate/isocyanate adhesives. *USDA Technology Journal* 8(3): 66-78.
65. **Wise, E.L., Karz, H.L. (1962)**. Cellulose and hemicellulose. In *Pulp and Paper Science and Technology*, Ed: C. Earl Libby, McGraw Book Co., New York.
66. **Wong, D., Sun, X.S. (2002)**. Low density particleboard from wheat straw and pith. *Industrial Crops and Products*, 15(1): 43-50.
67. **Yang, H. S., Kim, D. J., Kim, H J. (2003)**. Rice straw-wood partide composite for sound absorbing wooden the construction materials. *Bioresource Technology*, 86(2): 117-121.
68. **Yasin, M., Bhutto, A. W., Bazmi, A. A., Karim, S. (2010)**. Efficient utilization of rice-wheat straw to produce value-added composite products, *International Journal of Chemicaland Environmental Engineering*, 1(2): 136-143.
69. **Yusuf, S. (1996)**. Properties Enhancement of Wood by Cross Linking Formation and its Application to The Reconstituted Wood Products. PhD Thesis. Kyoto University. Kyoto, Japan.