

Ahşap Esaslı Levhalarda Buğday Sapı Lif İçeriğinin Fiziksel ve Mekanik Özelliklere Etkisi

Ferhat ÖZDEMİR^{1*}, Ahmet TUTUŞ¹ ve Nadir AYRILMIŞ²

¹Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü / Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye

²Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü / İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Türkiye

*(ferhatozd@hotmail.com)

(Geliş Tarihi: 01 Aralık 2023, Kabul Tarihi: 12 Aralık 2023)

(2nd International Conference on Frontiers in Academic Research ICFAR 2023, December 4-5, 2023)

ATIF/REFERENCE: Özdemir, F., Tutuş, A. & Ayrılmış, N. (2023). Ahşap Esaslı Levhalarda Buğday Sapı Lif İçeriğinin Fiziksel ve Mekanik Özelliklere Etkisi. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(11), 149-155.

Özet – Üretilen levhaların kullanım yerlerinde tercih edilme nedenlerinin belirleyicisi mekanik ve fiziksel özelliklerdir. Saman lifi eklenen odun liflerinin fiziksel ve mekanik özelliklere etkisi olumsuz olmazsa, atık olan buğday sapı lifleri ahşap levha üretiminde kullanılabilir. Bu çalışmada amaç, odun lifi içerisine belirli oranlarında buğday sapı lifleri karıştırılarak üretilen kompozit levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine ilave edilen buğday sapı lifi etkisinin belirlenmesi olacaktır. Levha üretiminde odun lifi ve %5, %10, %15 ve %20 oranlarında buğday sapı lifi karıştırılmıştır. Karışım fenol formaldehit tutkalı ile tutkulanmış ve sıcak pres uygulanarak levhalar üretilmiştir. Standartlara bağlı kalınarak fiziksel ve mekanik özellik testleri yapılmış ve mikroskop fotoları görüntülenmiştir. Elde edilen verilere göre fiziksel ve mekanik özellikler genel olarak olumsuz etkilenmiştir.

Anahtar Kelimeler – İzolasyon Levha, SEM, Buğday Sapı Lifi, Mekanik Özellikler, Fiziksel Özellikler, Fenol Formaldehit

I. GİRİŞ

Ülkemiz tarım açısından uygun bir yapıya sahip olup en fazla tarım arazisi bulunan şehirler arasında Konya, Ankara, Şanlıurfa, Sivas ve Yozgat yer almaktadır [1]. Bu şehirlerde önemli miktarda tarımsal atık oluşmaktadır. Tarımsal atıkların kullanımını azalan orman alanları ve talep edilen arzın sürekli artmasına bağlı olarak önemli bir durum oluşturmaktadır. Bu sorun her geçen günde artmaya devam etmektedir. Odun hammaddesinin yerini alması gereken bir kaynağa ihtiyaç bulunmaktadır. Bu nedenle hem sanayi hem de akademik alandaki araştırmacılar, yeni lignoselülozik malzeme kaynaklarını araştırmaktadırlar. Tarımsal atıklar ve odun dışı bitki lifleri gibi alternatif lifler yalıtım levhası gibi kompozit üretiminde arz ve talep dengesinin sağlanmasında büyük rol oynayabilir.

Bu konuda birçok araştırma, çok çeşitli materyaller üzerinde yürütülmüştür. Fakat buğday sapı lifleri ile yeterli çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada ise buğday sapı liflerinin kullanılması düşünülmüştür. Dünyada tarım ürünleri arasında buğday en çok ekilen ikinci tahıl bitkisidir. Buğday sapı, tahıl hasat esnasında yan ürün olarak elde edilir ve genellikle yakıt, sığır yemi ve hayvan barınaklarında hayvan yatağı olarak kullanılır. Geleneksel olarak, çiftçiler tahılı hasat eder ve geri kalan sap, kabuk gibi atıkları ya atarlar ya da yakarlar. Yanan buğday sapı, çevre kirliliği, hava kirliliği, toprak erozyonu ve toprağın biyolojik aktivitesinin azalmasına neden olur. Bu nedenle, tarımsal artıkların endüstriyel kullanımı kalıntıların yakılması ile sadece insan ve çevre sağlığını, hava kalitesini olumsuz etkilemeyi önlemekle kalmaz aynı zamanda çiftçiler için ekonomik olarak da karlılık sağlar. Buğday sapı

yeni endüstriyel uygulamalar için çok büyük miktarlarda temin edilebilir bir potansiyel miktara sahiptir. Yalıtım levha üretimi bu potansiyel lif kaynağı için uygun görülmektedir. Düşük yoğunluklu buğday sapından üretilen levhalar termal ve akustik yalıtım için uygun olmaktadır. Buğday sapı kullanılarak levha üretiminin bir diğer avantajı da levha üretiminde buğday sapı liflerinin kullanımı ile daha geniş yoğunluk aralığının da ($0,2-0,8 \text{ g/cm}^3$) levha üretmek mümkün iken, ahşap levhalarda $0,4 \text{ g/cm}^3$ yoğunluğun altında levha üretimi imkânsızdır.

Bu çalışmada hammadde olarak fenol formaldehit tutkalı ile muamele edilmiş buğday sapı kullanılarak elde edilen izolasyon levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Hammadde olarak buğday sapı kullanılmıştır. Buğday sapı bol bulunan bir tarımsal atık olmasına rağmen, izolasyon ve yapı malzemeleri levha sektöründe hammadde kaynağı olarak kullanımı sınırlı kalmıştır.

Bu çalışmanın amacı; üretilen levhalara buğday sapı lifi eklenmesi ile kompozit levhaların mekanik (çekme, eğilme, elastikiyet ve yüzey sağlamlığı dirençleri) ve fiziksel özelliklerindeki (kalınlık şişme, su alma) değişimi ile lif dağılımının uygunluğunun belirlenmesidir. Çalışmamızda belirli yoğunlukta üretilen kompozit levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlenmesi, ülkemizde hemen hemen her bölgemizde hammadde olarak bol miktarda var olan ve tarımsal atık olan buğday sapı lif atıklarının izolasyon levha üretim sektöründe kullanımının ortaya konulması ile ülke ekonomisine katkıda bulunmak, enerji maliyetlerinin artması ile hızla büyüyen yalıtım ve yapı malzemesi sektöründe de kullanılacak alternatif ve ekonomik olabilecek endüstriyel anlamda alternatif hammaddeler ile ilgili önemli datalar elde edilmesi planlanmaktadır.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

A. Materyal

Levha üretiminde hammadde olarak, odun lifi, buğday sapı lifi fenol formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Yalıtım levhası üretiminde hammadde olarak odun lifi (%50 çam, %50 kayın) Adana Kastamonu entegre firmasından, fenol formaldehit tutkalı ise Kahramanmaraş ilinde bulunan ticari firmadan temin edilmiştir. Lif hazırlanması ve levha pastası oluşturulurken rutubet miktarının azaltılması için kurutma fırını, rutubet

miktarının belirlenmesinde rutubet ölçme cihazı, saman liflerinin küçültülmesinde öğütücü, saman liflerinin tutkallama işlemlerinde tutkallama kazanı, liflerin boyutlandırılması için farklı ölçülerde elekler ve karıştırıcı kullanılmıştır. Levha hazırlama üretiminde kullanılan cihaz ve makinelerden bazıları Şekil 1’ de görülmektedir.



Şekil 1. Levha üretiminde kullanılan cihaz ve makineler

B. Yöntem

Araştırmada belirli boyutlarda öğütülmüş buğday saplarından değişik oranlarda kullanılarak farklı yoğunlukta izolasyon kompozit levhaları üretilmiştir. Bunun için öncelikle elde edilen buğday sapları öğütülmüş, fenol formaldehit tutkalı ile tutkallama işlemi yapılmış, tekrar kurularak soğuk pres yapılmış, levha taslağı belirli sıcaklık-süre ve basınç altında preslenerek kompozit levhalar üretilmiştir.

Levha üretimi için buğday saman lifi ve odun lifleri %3-4 kuruluk derecesine ulaşmaya kadar kurutma fırınında bir gün süre ile $103 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de kurutulmuştur. Kurutulan buğday sapı liflerine daha sonra fenol formaldehit tutkalı ile tutkallama makinesi ile tutkallama işlemi yapılmış ve tutkal miktarı, tam kuru buğday sapı miktarına oranla %15 olarak kullanılmıştır. Lifler tekrar kurutma fırınında %3-4 rutubet miktarına ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Tablo 1’ de verilen üretim parametrelerine göre yoğunlukları da göz önüne alınarak lif miktarları dijital terazide tartılmıştır. Soğuk pres kalıbında homojen bir serme işlemi yapılarak levha pastası oluşturulmuştur. Kalınlık çitaları kullanılarak nihai levha kalınlığı 8 mm olacak şekilde levha pastasına $150 \text{ }^\circ\text{C}$ ve 5 dakika

süre ile pres uygulanarak her bir parametre için en az 3'er adet olmak üzere 400 x 400 x 8 mm ebatlarında levhalar üretilmiştir. Bu levhalar daha sonra yapılacak olan ilgili test standartlarına uygun

olarak belirlenen ölçülerde boyutlandırma işlemi yapıldıktan sonra klimatize edilerek ilgili testler yapılmıştır. Kompozit levhalara ait üretim parametreleri Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Kompozit levhaların üretim parametreleri

Numune Kodu	Buğday Sapı (%)	Odun Lifi (%)	Fenol Formaldehit Tutkal (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (Mpa)
A	0	100	15	150	6	3,5
B	5	95	15	150	6	3,5
C	10	90	15	150	6	3,5
D	15	85	15	150	6	3,5
E	20	80	15	150	6	3,5

Üretilen levhaların bazılarına ait fotolar Şekil 2' de verilmiştir



Şekil 2. Üretilen levha numunesi

Kompozit Levhalara Uygulanan Testler

Üretilen farklı yoğunluktaki buğday sapından elde edilmiş kompozit levhalarının özelliklerini belirlemek için EN standartlarına uygun olarak fiziksel ve mekanik testleri yapılmıştır. Mekanik ve fiziksel özelliklerin belirlenmesinde testler en az 10 tekrarlı olarak yapılmıştır. Yapılan testler:

- Özgül Ağırlık TS EN 323 (1999) [2]
- Rutubet Testi [2]
- Eğilme Direnci Testi [3]
- Eğilmede Elastikiyet Modülü (1999) [4]
- Liflere Dik Çekme Testi [5]

- Yüzey Sağlamlığı [6]
- Kalınlık Şişme Testi [7]
- Su alma Testi TS EN 317 [7]

Kompozit levhalara ait fotolar KSU ÜSKİM laboratuvarlarında bulunan Nikon SMZ 1500 cihazı ile elde edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Nikon SMZ 1500 cihazı

III. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Üretilen kompozit malzemelere uygulanan testlerden elde edilen bulgular:

A. Mekanik Testler

Levhalara uygulanan mekanik testlerden elde edilen bulgular Tablo 2' de verilmiştir

Tablo 2. Mekanik Test Ölçüm Verileri

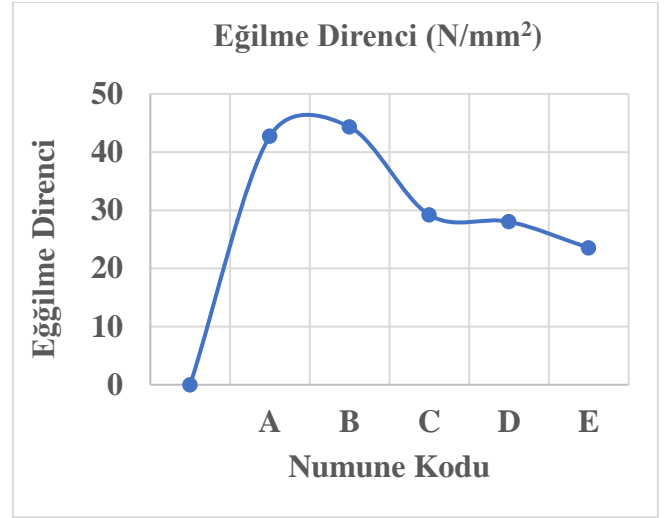
Numune Kodu	Yoğunluk (g/cm ³)	Eğilme Direnci (N/mm ²)	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	IB Direnci (N/mm ²)	Yüzey Dayanıklılığı, (N/mm ²)
A	0,76	42,72 (9,07)	3794 (716)	1,16 (0,09)	1,03 (0,16)
B	0,73	44,33 (9,00)	3294 (888)	1,03 (0,13)	1,02 (0,24)
C	0,72	29,21 (3,50)	2521 (355)	0,76 (0,08)	1,01 (0,02)
D	0,70	28,04 (7,80)	2428 (433)	0,61 (0,01)	0,77 (0,04)
E	0,68	23,55 (2,90)	2484 (401)	0,50 (0,04)	0,78 (0,05)

Test numunelerine uygulanan mekanik test sonuçları içerisinde Eğilme direnci değerleri kontrol örneğinde 42,72 N/mm² iken %5 buğday sapı kullanımı ile bu değer biraz yükseldiğini 44,33 N/mm² olduğunu ancak buğday sapı kullanımının artmasına bağlı olarak değerlerin düşme eğilimi gösterdiği ve %20 buğday sapı kullanımında eğilme direncinin 23,55 N/mm² olduğu belirlenmiştir.

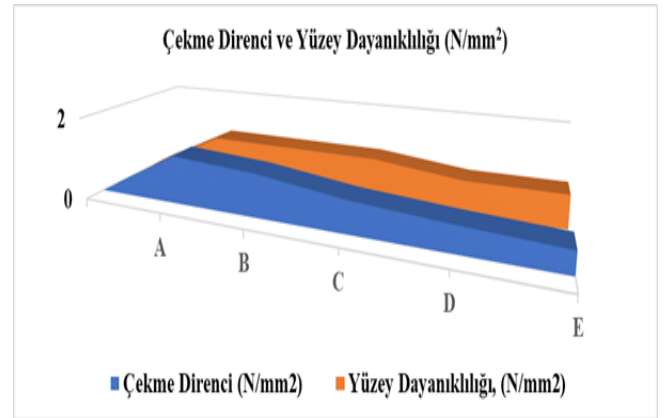
Elastikiyet modülü değerleri ise kontrol örneğinde en yüksek 3794 N/mm² iken %20 oranında buğday sapının en fazla kullanıldığı E kodlu numunede ise 2484 N/mm² olarak belirlenmiştir. Eğilme direncinde görülen küçük artış elastikiyet modülünde görülmemiş ve buğday sapı kullanımının artmasına bağlı olarak sürekli bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Buğday sapı kullanımı elastikiyet özelliğini olumsuz etkilemiştir.

Internal Bond (IB) testi değerleri elastikiyet modülü değerlerinde olduğu gibi sürekli bir azalma göstermiştir. Buğday sapı kullanımı IB değerlerini olumsuz etkilemiştir. Kontrol örneği 1,16 N/mm² iken sırasıyla %5, %10, %15 ve %20 değerleri ise 1,03, 0,76, 0,61 ve 0,50 N/mm² olarak belirlenmiştir.

Yüzey dayanıklılığı test verilerine göre buğday sapı kullanımı yüzey dayanıklılığını olumsuz etkilemiştir. %15 buğday sapı kullanımına göre önemli bir fark olmasa da bu fark %15 ve %20 oranında farkın belirgin bir durum oluşturdu belirlenmiştir. Kontrol örneğine göre devamlı bir şekilde azalma belirlenmiş ancak %15 ile %20 buğday sapı kullanımı arasında belirgin bir fark olmadığı görülmektedir. Eğilme direncine ait grafik Şekil 4 ve Çekme direnci ile yüzey sağlamlığı testi Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 4. Eğilme direnci grafik gösterimi



Şekil 5. Çekme direnci ve yüzey dayanıklılığı grafik gösterimi

Kontrol örneği mekanik özellik değerleri, buğday sap lifi eklenmiş levhalara kıyasla biraz daha yüksek mekanik özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Buğday sapı lifi kullanımı ile üretilen levhalarda incelenen tüm mekanik özelliklerde benzer bir azalma belirlendi ve kullanım oranının artmasına bağlı olarak da bu azalma devam etti. Levhaların mekanik özellikleri önemli ölçüde yoğunluğa bağlıdır. Buğday sapı lifi kullanımı ile yoğunluğun düşmesi özellikle iç yapışma ve diğer mekanik

özellikleri olumsuz etkiledi. Buğday sapının içerdiği yağ oranı da yapışmayı olumsuz etkilemiştir. Buğday sap lifi kullanımının artmasına bağlı olarak levhaların yoğunluklarında da bir azalma meydana geldi. Yoğunluk mekanik özelliklerin gelişmesinde önemli bir etkidir. Yoğunluğun ve reçine miktarının artması mekanik özellikleri geliştirir [8].

B. Fiziksel testler

Fiziksel test olarak 24 saat için kalınlık şişme (KŞ) ve su alma (SA) testleri yapılmıştır.

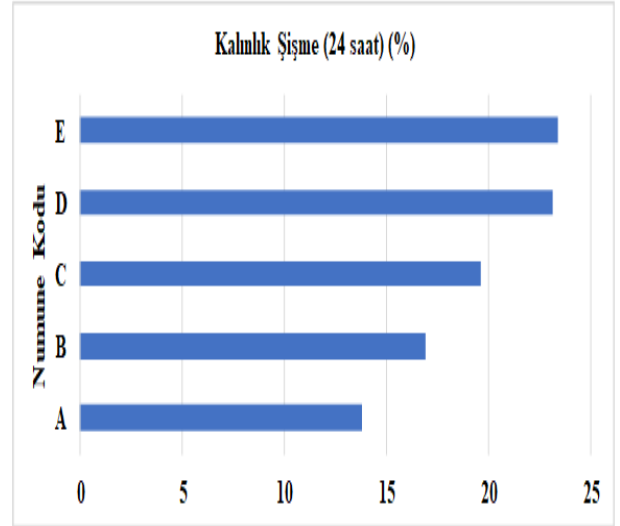
Fiziksel Test Sonuç Değerleri

Test levhalarına ait fiziksel test değerleri Tablo 3’de verilmiştir.

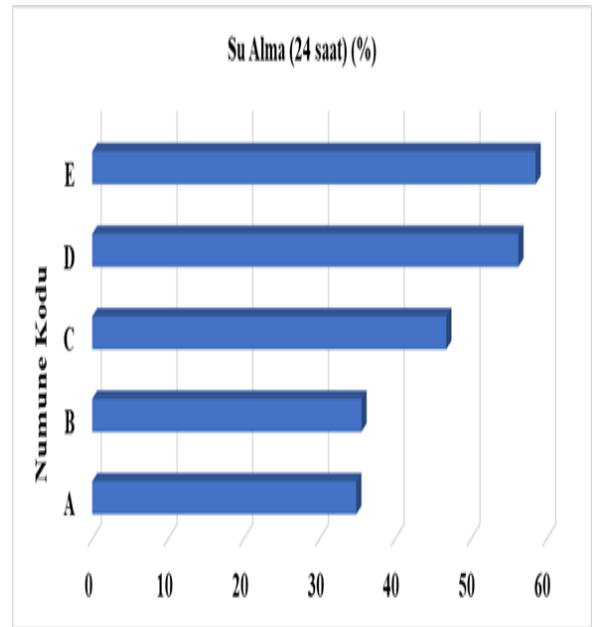
Tablo 3. Kalınlık şişme (%) ve su alma (%) miktarları

Numune Kodu	Kalınlık Şişme (24 saat) (%)	Su Alma (24 saat) (%)
A	13,79 (3,47)	34,86 (0,74)
B	16,91 (1,29)	35,55 (3,14)
C	19,64 (1,08)	46,74 (1,52)
D	23,17 (2,61)	56,26 (2,93)
E	23,39 (0,48)	58,53 (2,70)

A kodlu kontrol örneği 24 saat için kalınlık şişme değeri %13,79 su alma miktarı ise %34,86 olarak tespit edilmiştir. %5 buğday sapı için kalınlık şişme %16,91 ve su alma ise %35,55 olarak belirlenmiştir. Kalınlık şişme oranı buğday sapı kullanım oranı arttıkça su alma ile benzer bir eğilim göstermiş ve artmaya devam etmiştir. Ancak %15 ve %20 kullanım oranında nispeten daha düşük seviyelerde bir artış kaydedilmiştir. Buğday sapı kullanımını levhaların fiziksel özellikleri üzerine olumsuz bir etki yaptığı belirlenmiştir. Kalınlık şişme ve su alma grafik gösterimleri sırasıyla Şekil 6 ve Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 6. Kalınlık şişme grafik gösterimi



Şekil 7. Su alma grafik gösterimi

Buğday sapı lifi eklenerek üretilen levhalarda kalınlık şişme ve su alma değerleri kontrol örneğine kıyasla daha yüksek olarak bulunmuştur. Bunun nedeni odun liflerine göre buğday samanı lifleri daha fazla hemiselüloz oranına sahip olduğu içindir. Ancak bu olumsuz etki parafin kullanımı ile ortadan kaldırılabilir. Buğday sapı lifi selülozu ile odun lifi kimyasal bileşimleri arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır ve saman lifi hidrolize karşı daha hassastır. Bu özelliği de suya karşı direncinin düşük olacağı anlamına gelmektedir. Ayrıca lignin yapısı da farklıdır.

Buğday samanı p-hidroksifenil-guiasil-syringyl lignin içermesi ile odun lifinden ayrı özellik taşır. Odun lifi ise guaiacyl ve syringyl birimlerini içerir [9]. Eroğlu ve İstek [10] yapmış olduğu bir çalışmada da saman sapı kullanımının MDF levhaların fiziksel özelliklerini olumsuz etkilediği belirtilmiştir.

SEM ANALİZİ SONUÇLARI

Levhalara ait belirli büyüklüklerde elde edilen fotolar Şekil 8’ de verilmiştir.



Şekil 8. Sem fotoları

Birçok tarımsal atık bulunması nedeniyle birbirileri arasında ki temel farklılıklardan bir tanesi de lif boyutlarıdır. Ülkemizde pamuk, şeker kamışı, kenaf, yağ keteni, kendir, pirinç, mısır koçanı, biber sapı gibi meyve sapsarı gibi çok çeşitli lignoselülozik atıklar bulunmaktadır. Buğday sapı lif uzunluğu 1.5 mm iken pirinç sapı en az uzunluğa sahip iken (0.5mm), yağ keteni ise en uzun lif uzunluğuna sahip atıklardan birisidir (30 mm). Lif uzunluğu fiziksel ve özellikle de mekanik özellikler için çok önemlidir. Uzun lifler mekanik özellikleri olumlu etkilemektedir.

I. SONUÇLAR

Elde edilen verilere göre;

- Buğday sapı lifi kullanım oranı arttıkça yoğunluk azalmıştır. Kontrol örneği levhasında [9] Buranov, A. U., and Mazza, G. (2008). Lignin in straw of herbaceous crops, *Industrial Crops and Products*, 28(3), 237-259.

yoğunluk 0,76 g/cm² iken %20 buğday sapı eklenmesi ile yoğunluk 0.68 g/cm²’ ye kadar azalmıştır.

- Eğilme direncinde %5 buğday sapı kullanımında önce küçük bir artış belirlenmiş ancak buğday sapı kullanım oranının artması ile giderek artan bir azalma belirlenmiştir.
- En fazla yüzdesel olarak azalma iç yapışma testi (IB) de görülmüştür.
- Yüzey sağlamlığı özelliği de buğday sapı kullanımı ile 1.73 N/mm² den 0.68 N/mm² ye düşmüştür.
- Levhaların kalınlık şişme ve su alma özellikleri de buğday sapı lifinin hemiselüloz içeriğinin fazla olması nedeniyle levha üretimindeki kullanım oranına bağlı olarak artmıştır.
- Buğday sapı lif boyutlarının izolasyon levha yapımı için uygun olduğu belirlenmiştir. Mekanik özellikler üzerine olumsuz etkisinin %5 kullanım miktarından önemli olmadığı ancak daha fazla kullanım oranlarında olumsuz etkinin hızla arttığı belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 2018/2-61 M nolu proje kapsamında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi BAP birimi tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Çakal, S.; Çelik, S. (2022). Türkiye Genelinde En Çok Yetiştirilen Tarımsal Ürünlerin Atıklarının Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi. *El-Cezeri*, 9(1), 1-11.
- [2] TS EN 322, (1999). “Ahşap Esaslı Levhalar- Rutubet Miktarının Tayini,” TSE, Ankara.
- [3] TS EN 310, (1999). Ahşap esaslı levhalar-Eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [4] TS EN 310, (1999). Ahşap esaslı levhalar-Eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [5] TS EN 319, Nisan 1999, Yonga levhalar ve Lif Levhalar Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara.
- [6] TS EN 311 (2005). 311 Ahşap esaslı levhalar- Yüzey sağlamlığı-Deney metodu. TSE, Ankara.
- [7] TS EN 317, Nisan 1999, Yonga levhalar ve Lif Levhalar – Su İçerisine Daldırma İşleminin Sonra Kalınlığına Şişme Tayini, TSE, Ankara.
- [8] Suzuki, M.; Kato, T. (1989). Influence of dependent variables on the properties of medium-density fiberboard, *Mokuzai Gakkaishi*, 35(1), 8-13.

[10] Eroğlu, H., İstek, A., (2001). Usta, M. Medium density fiberboard (MDF) manufacturing

from wheat straw (*Triticum aestivum* L.) and straw wood mixture. *J. Eng. Sci.* 7, 305–311.