

FARKLI AHŞAP VE AHŞAP ESASLI MALZEMELERİN KESİLMESİ ESNASINDA MAKİNE VE KESİCİLERDE MEYDANA GELEN ZORLANMALARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Levent GÜRLEYEN¹ Hasan EFE²

¹ Yığılca ÇPAL, Mobilya ve İç Mekan Tasarımı Bölümü, 81950, Yığılca, TÜRKİYE

² Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fak., Ağaç İşleri End. Müh. Bölümü, 06500, Ankara, TÜRKİYE
leventgurleyen@hotmail.com

Özet- Bu çalışmada, ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin, daire testere makinesi ile kesilmesi esnasında makine ve kesici testereye karşı gösterdikleri zorlamalar incelenmiştir. Bu amaçla, mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan Avrupa dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.), sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.), yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.), Doğu kayını (*Fagus Orientalis* Lipsky.), sarıçam (*Pinus syvestris* L.), ak kavak (*Populus alba* L.), Lübnan sediri (*Cedrus libani* A. Rich.), köknar (*Abies* sp.), yonga levha, orta yoğunluklu lif levha (MDF), kontratabla, tetra kontrplak, kavak kontrplak, yönlendirilmiş yonga levha (OSB) olmak üzere 8 farklı ahşap malzeme ve 6 farklı ahşap esaslı malzeme kullanılmıştır. Bunun için üç farklı sevk hızına sahip bir otomatik sürücü motorundan faydalanılarak deney düzeneği hazırlanmıştır ve çekilen akım bir ampermetre vasıtasıyla ölçülmüştür. Sonuç olarak, sevk hızı arttığında çekilen akım değeri yükselmiştir. Deney örnekleri arasında en çok makine ve kesicileri zorlayan dişbudak odunu olmuştur. Bunu sırası ile akasya, meşe, Doğu kayını, sarıçam, tetra kontraplak, köknar, kontratabla, ak kavak, Lübnan sediri, yonga levha, lif levha (MDF), kavak kontraplak ve yönlendirilmiş yonga levha (OSB) takip etmiştir. Yapılan tahmin modelleri ile elde edilen deney sonuçlarının çok yüksek korelasyona sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler- Daire testere makinesi, kesme işlemi, elektrik akımı, zorlama.

COMPARISON OF THE OCCURING STRAINS ON THE MACHINERY AND SAWS DURING THE CUTTING OF DIFFERENT WOOD AND WOOD BASED MATERIALS

Abstract In this study, the enforcements that wood and wood based materials show against the machine and the cutting saw during the cutting by the circular saw machine have been investigated. For this purpose, eight different wood materials and 6 different wood based materials were used, including the European Ash (*Fraxinus excelsior* L.), sessile oak (*Quercus petraea* Liebl.), black locust (*Robinia pseudoacacia* L.), Oriental beech (*Fagus Orientalis* Lipsky.), Scots pine (*Pinus syvestris* L.), white poplar (*Populus*

Bu makale, 4. Uluslararası Mobilya ve Dekorasyon Kongresi'nde sunulmuş ve İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi'nde yayınlanmak üzere seçilmiştir.

alba L.), Lebanon cedar (*Cedrus libanotica Link.*), fir (*Abies sp.*), particleboard, medium density fiberboard (MDF), block board, tetra plywood, poplar plywood, oriented strand board (OSB) widely used in the furniture industry. For this, the experimental setup was made using an automatic driver motor with three different feed speeds and the current (A) consumed is measured by means of an ammeter. As a result, when the feed speed increased, the spent current value also increased. Among the test materials, European Ash was found which forced the machine and cutters the most. This was followed by black locust, sessile oak, Oriental beech, Scots pine, tetra plywood, fir, block board, white poplar, Lebanon cedar, particleboard, medium density fiberboard (MDF), poplar plywood and oriented strand board (OSB) respectively. Lastly it was determined that the results of experiments derived from the using of the anticipation modeling have a very high correlation value.

Key Words: Circular saw machine, cutting with saw, electrical current, strain.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Orman ürünleri endüstrisinin hızla önem kazandığı günümüzde, verimli bir şekilde üretim yapabilmek adına bilim adamları ve mühendisler yeni teknolojiler ve yeni işleme teknikleri üzerinde sürekli çalışmaktadırlar. Bu ürünlerin imalatında kullanılan en önemli biçimlendirme yöntemlerinin başında kesme ve rendeleme işlemleri gelmektedir [1-3].

Ahşap malzemenin kaliteli olarak işlenebilmesi için makineleri ve kesicileri tekniğine uygun olarak kullanmak gerekir. Bu nedenle, işlenecek olan ağaç malzeme, ağaç işleme teknikleri, talaş oluşumu, kesici alet geometrisi, motor devir sayısı, kesme hızı, ilerleme hızı, talaş derinliği, kesme açıları, kullanılacak kesicinin cinsi ve ömrü gibi parametreler hakkında temel bilgi birikimine sahip olmak gerekir [4-5]. Ağaç malzemelerin işlenmesinde ürün kalitesini düşürmeden üretim girdilerini ve dolayısıyla maliyeti azaltmak için işleme parametrelerinin optimum olması beklenir. Ürün kalitesinde ve özellikle de maliyet üzerinde, rendeleme esnasında oluşan zorlama ve kesme kuvvetlerinin önemli bir etkisi görülmektedir [6]. Metal malzemelerin işlenmesi esnasında makine ve kesicilere karşı göstermiş olduğu zorlamalarla ilgili olarak, malzeme özellikleri ile kesme hızı, talaş açısı gibi değişkenler arasında güçlü bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır [7]. Şeker; talaş kaldırma esnasında oluşan kesme kuvvetlerinin, kesme performansına ve birim parça maliyetine doğrudan etki ettiğini bildirmiştir. Aynı zamanda metaller ve metal alaşımlarının işlenmesinde kullanılan takımların kesici kenarlarının yeterince keskin olmasına rağmen, talaş kaldırma sırasında oluşan gerilmeler karşısında oldukça zorlandığı bildirilmiştir [8]. Son yıllarda gelişen bilgisayar teknolojisi sayesinde kesme kuvvetleri ve gerilme değerlerinin önceden tahmin edilmesine yardımcı olan bilgisayar paket programları (Ansys, Franc2d) ile talaş kaldırma mekaniğinde çok büyük iyileştirmelerin sağlandığı belirtilmiştir. Talaş kaldırmada ihtiyaç duyulan enerjiyi ifade eden özgül kesme enerjisi deneysel olarak araştırılmış ve kesme kuvvetleri ölçülmeye çalışılmıştır. Kuvvet bileşenlerinin, ilerleme hızı ile doğru orantılı olduğu ve talaş derinliğinin artmasıyla kesme kuvvetlerinin de arttığı görülmüştür. Ayrıca kesme hızının artışı ile özgül kesme enerjilerinin de azaldığı tespit edilmiştir [9]. Dik metal – kesme deneylerinin büyük bir bölümü, alüminyum 2014–T6 için HSS ve sementit karpit takımlar kullanılarak; devir sayısı, ilerleme hızı ve kesme derinliği gibi değişkenlere göre yapılmıştır. Takım – iş parçası temasından sonraki ilk birkaç devir süresince, geçici dinamik kuvvet davranışını kaydederek zaman ve frekans analizleri yapılmıştır. Deneylerin birçoğunda kesme şartlarına bağlı olarak 1,5 - 2 devir seviyelerinde, kesme ve itme kuvvetlerinin denge durumuna ulaştığı görülmüştür [10].

Gürleyen ve Budakçı, freze makinesinde, 3 farklı motor devir sayısı ve 3 farklı sevk hızına göre yonga levha, orta yoğunluklu lif levha (MDF), kontratabla, oküme kontraplak, kavak kontraplak ve yönlendirilmiş yonga levhaların (OSB) makine ve kesicilere karşı göstermiş oldukları zorlamaları araştırmıştır. Rendeleme esnasında amper cinsinden makine ve kesicileri zorlama değerlerinin daha öncesinden tahmin edilebilmesi amacıyla matematiksel model denklemleri oluşturmuş ve çoklu lineer regresyon analizi yapmıştır. Sonuç olarak, en fazla zorlanmanın oküme kontraplakta görüldüğünü, bunu sırası ile MDF, OSB, yonga levha, kontratabla ve kavak kontraplak malzemelerde olduğunu tespit etmişlerdir. Motor devir sayısı ve sürücü ilerleme hızlarının yüksek devirde tutulduğu rendeleme işlemlerinde çekilen akım miktarının arttığı ve ahsap esaslı malzemelerin makine ve kesicilere karşı daha yüksek bir direnç gösterdiği ifade edilmiştir. Yapılan tahmin modelleri ile elde edilen deney sonuçlarının çok yüksek korelasyona ($R^2 = 0,898 - 0,965$) sahip olduğunu bildirmişlerdir. Motor devir sayısı ve sürücü ilerleme hızı değerlerine bağlı olarak, her bir kompozit ahsap malzemenin determinasyon katsayısına göre çekeceği düşünülen akım değerlerinin, % 3,5 - % 10,2 hata olasılığı ile önceden tahmin edilmesinin mümkün olduğunu belirtmişlerdir. Böylelikle, gerçekleştirilen regresyon model denklemlerinden yararlanılarak motor ve sürücü devirleri değiştiğinde, makinenin ne kadar akım çekeceğinin önceden tahmin edilebileceğini ortaya koymuşlardır [11].

Rendeleme işlemi esnasında, sert ağaç malzeme olan Doğu kayını, sapsız meşe, adi dişbudak ve yalancı akasya odunlarının freze makinesine ve kesicilere karşı gösterdikleri zorlamalar incelenmiştir. Bunun için 3 farklı motor devir sayısı, 3 farklı sürücü sevk hızı kullanılmış ve oluşan zorlanmalar ampermetre ile ölçülmüştür. Sonuç olarak, aynı deney düzeneklerinde en fazla zorlanma sapsız meşe odununda görülürken, bunu sırası ile yalancı akasya, adi dişbudak ve Doğu kayını odunlarının izlediği tespit edilmiştir. Motor devir sayısı ve sürücü sevk hızları düşük devirde tutularak yapılan rendeleme işleminde çekilen akım miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Deney sonuçları ve tahmin modelleri ile elde edilen sonuçların çok yüksek korelasyona ($R^2 = 0,92$) sahip olduğu belirlenmiştir. Gerçekleştirilen regresyon model denklemlerine göre, motor devir sayısı ve sürücü ilerleme hızı değerlerine bağlı olarak her bir ağaç malzemenin determinasyon katsayılarına göre çekilen akım değerlerinin % 1.6 ile % 4.3 arasında hata olasılığı ile önceden tahmin edilebilmesinin mümkün olduğu ifade edilmiştir [12]. Rendelemelerde kullanılan makinelerde üretim kalitesini düşürmeden enerji sarfiyatının azaltılması için ağaç malzemelerin makine ve kesicilere karşı göstermiş olduğu zorlamalar başta olmak üzere tüm faktörlerin çok iyi belirlenmesi gerektiği belirtilmiştir [13].

Ahşap ve ahşap esaslı malzemeler, ağaç işleme makinelerinde rendeleme, kesme, biçme, delme, zımparalama gibi işlemlere tabi tutulmaktadır. Genellikle, planya, kalınlık, yatay freze, dikey freze vb. makinelerde rendeleme işlemleri gerçekleştirilirken, şerit testere, daire testere, katraç, dekupaj vb. makinelerde ise biçme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Kullanılan malzeme, makine ve kesici türü, farklı oranlarda zorlanmalara, elektrik harcamalarına ve yıpranmalara neden olmaktadır. Farklı malzemelerin ve sürücü sevk hızlarının etkisinin önceden belirlenebilmesi sayesinde teknik ve ekonomik yönden kazanç sağlanacağı düşünülmektedir.

Buradan hareketle, bu çalışmada ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin kesilmesi esnasında daire testere makinesi ve kesici testereye karşı gösterdiği zorlamalar incelenmiştir. Bu amaçla, mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan malzemeler seçilmiştir. Üç farklı sevk hızına sahip bir otomatik sürücü motorundan faydalanılarak deney düzeneği hazırlanmıştır. Zorlama değerleri, değişken olan malzeme çeşidi ve sürücü ilerleme hızlarına göre motorun çektiği akım değerleri bir ampermetre vasıtasıyla ölçülerek tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen deneysel zorlama değerleri kullanılarak; malzeme çeşidi, ve sürücü sevk hızı değerlerine bağlı çoklu lineer regresyon analizi yapılmıştır. Deneylerle belirlenmemiş olan farklı sürücü sevk hızlarına ait zorlamaların önceden hesaplanabilmesi amacıyla matematiksel model denklemleri oluşturulmuştur.

2. YÖNTEM (METHOD)

2.1. Ağaç Malzeme

Bu çalışmada, 14 farklı ahşap ve ahşap esaslı malzeme kullanılmıştır. Ağaç malzeme olarak Avrupa dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.), sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.), yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.), Doğu kayını (*Fagus Orientalis* Lipsky.), sarıçam (*Pinus syvestris* L.), ak kavak (*Populus alba* L.), Lübnan sediri (*Cedrus libanotica* Link.), köknar (*Abies* sp.), olmak üzere 8 farklı ahşap malzeme kullanılmıştır. Ahşap esaslı malzeme olarak ise, yonga levha, orta yoğunluklu lif levha (MDF), sarıçam kontratabla, tetra kontrplak, kavak kontrplak, yönlendirilmiş yonga levha (OSB) olmak üzere 6 farklı malzeme kullanılmıştır.

2.2. Makine, Kesici ve Cihazlar (Machine, Knives and Devices)

Deneylerde motor gücü 5.5 HP olan (4.1kW) 3000 dev/dak. hızda dönen sürücülü bir masif daire testere makinesi kullanılmıştır (Şekil 1). Ayrıca, makineye 3 farklı sevk hızı veren bir sürücü motor bağlanmıştır (Şekil 2). Daire testere olarak 250mm çaplı, sağ-sol çaprazlı, 48 dişli, 3.2mm diş genişliği olan, sunta, kontrplak, MDF, yumuşak, sert ve egzotik ağaçlar vb. gibi malzemelerin kesiminde çok yönlü kullanılan sert metal (HM) plakette daha önce hiç kullanılmamış pozitif bir daire testere kullanılmıştır (Şekil 3). Deney örneklerinin işlenmesi esnasında elektrik akım şiddetini ölçmek için 12 A ve 8A olmak üzere iki farklı analog ampermetre kullanılmıştır.

2.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması (Preparation of the Specimens)

Bu çalışmada, 14 farklı ahşap ve ahşap esaslı malzeme, üç farklı sevk (ilerleme) hızı kullanılmıştır. Her bir varyasyondan 5'er adet olmak üzere toplamda 210 adet (14 x 3 x 5= 210 adet) deney örneği hazırlanmıştır. Kaba tolerans verilerek hazırlanan taslak parçalar bağıl nemi %65 ±5 ve sıcaklığı 20 ±2 °C olan kapalı ortamda ağırlıkları değişmez hale ulaşıncaya kadar bekletilmiştir. Kurutulan %12 denge rutubetteki taslak parçalar tutkal kullanılmaksızın çivi ve vida yardımıyla 5 cm kalınlığa, 12 cm genişliğe, 70 cm uzunluğa getirilmiştir. Sürücü, zorlamayı etkilemeyecek şekilde yaslama sperine konumlandırılmıştır. Testere yüksekliği 6 cm olarak ayarlanmıştır. Sürücünün elektriği aynı hat üzerinden gelmeyen farklı fazlardan alınarak motorun zorlanmasını etkilemesine izin verilmemiştir. Her bir deney örneği 4,1m/dak, 6,3m/dak, 12,5m/dak olmak üzere 3 farklı sevk hızında 5'er kez kesme işlemine tabi tutulmuşlardır. Deney örneklerinin işlenme esnasında ampermetre ölçüm cihazında gözlenen değerlerin ivmesi sabit olduğunda (testere merkezi parça üzerinde yaklaşık 50cm'ye geldiğinde) ölçüm değeri alınmıştır. Fazlar aynı değerde olduğundan, ölçüm kesici motoruna giden tek bir faz üzerinden alınmıştır. Daire testere makinesi ilk çalıştığında ve testere malzemeyi ilk kesmeye başladığında ampermetrenin bozulmaması ve hassas bir ölçüm yapılabilmesi açısından çift ampermetreden faydalanılmıştır. Hazırlanan bir anahtar düzeneği ile önce yüksek ampermetre, daha sonra (3sn sonra) hassas ölçüm yapılabilmesi için düşük ampermetre devreye sokularak ölçüm alınmıştır. Ampermetrenin titreşimini engellemek için masanın üzerine titreşim engelleyici yalıtkan malzemeler yerleştirilmiştir.

2.4. İstatistiksel Analiz (Statistical Analysis)

Bu çalışmada, istatistik analizler için SPSS paket programından faydalanılmıştır. Çoklu varyans analizi "ANOVA" testleri sonucunda, ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin farklı sevk hızlarında işlenmesi esnasında makine ve kesiciler üzerinde göstermiş oldukları zorlamalara ilişkin karşılıklı etkileşimleri tespit edilmiştir. Faktör etkilerinin $\alpha = 0,05$ hata payı ile anlamlı olduğu durumlarda, gruplar arasındaki farklılıklar için Duncan testi ve LSD kritik değeri kullanılarak ikili karşılaştırmalar yapılmış ve homojenlik grupları (HG) oluşturulmuştur. Ayrıca, sürücü sevk hızına bağlı olarak her bir ahşap malzeme çeşidinde çoklu lineer regresyon analizi yapılarak çekilen akım miktarlarının tahmini için model denklemleri oluşturulmuştur.

3. BULGULAR (FINDINGS)

Kesme işlemi yapılan farklı ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin makine üzerindeki zorlanma etkilerine ilişkin istatistiksel veriler ve Duncan testi sonuçları Tablo 1’de verilmiştir. Tablo 1’deki varyans analiz sonuçlarına göre, malzeme türü ve sevk hızı faktörleri ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($\alpha=0,05$).

Tablo 1. Farklı ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin farklı sevk hızlarında işlenmesi esnasında makine ve kesiciler üzerindeki zorlanma etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları (Results of variance analysis on the effects of strain on machinery and cutters during processing of different wood and wood based materials at different feed speed)

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P $\alpha=0,05$
Malzeme Türü	13	258,861	19,912	306,794	0,0000*
Sevk Hızı	2	288,44	144,22	2222,028	0,0000*
Malzeme Türü x Sevk Hızı	26	119,041	4,578	70,542	0,0000*
Hata	168	10,904	0,065		
Genel	209	677,247			

*: Anlamlı ($\alpha = 0,05$ 'e göre)

Ahşap ve ahşap esaslı malzeme türü - sürücü sevk hızı ikili etkileşimi 0.05 hata payına göre istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır.

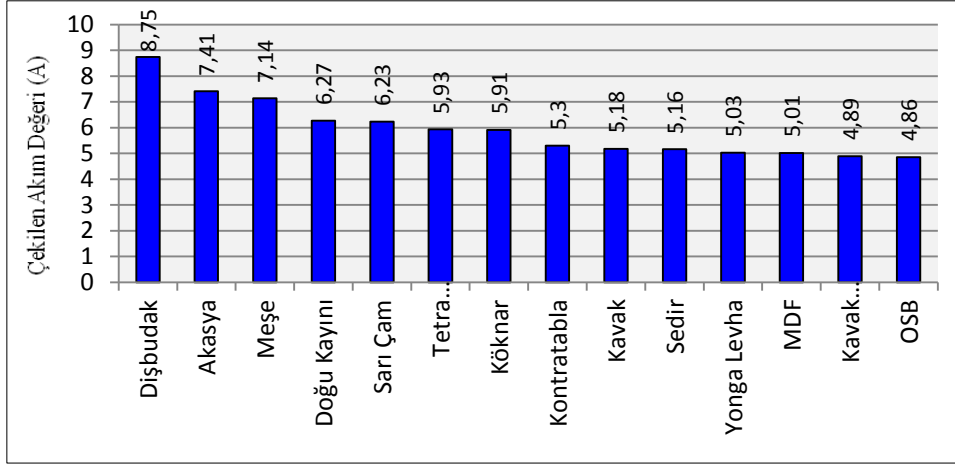
Ahşap ve ahşap esaslı malzeme türü dikkate alındığında, işleme esnasında makinenin çektiği akım miktarı (A) ortalamalarının LSD değeri 0.1835 için yapılan karşılaştırma sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Ahşap ve ahşap esaslı malzeme türüne göre akım miktarı Duncan test sonuçları (The amount of current Duncan test results according to wood and wood based material type)

Malzeme Türü	Çekilen akım değeri (A)	
	(X)	HG
Dişbudak	8,75	A*
Akasya	7,41	B
Meşe	7,14	C
Doğu Kayını	6,27	D
Sarı Çam	6,23	D
Tetra Kontraplak	5,93	E
Köknar	5,91	E
Kontratabla	5,30	F
Kavak	5,18	FG
Sedir	5,16	FG
Yonga Levha	5,03	GH
Lif Levha	5,01	GH
Kavak Kontraplak	4,89	H
Yönlendirilmiş Yonga Levha (OSB)	4,86	H

LSD \pm = 0,1835

Tablo 2’ye göre, ahşap ve ahşap esaslı malzeme türleri arasında makine ve kesicileri en fazla zorlayan malzemenin dişbudak odunu olduğu (8,75A), en az zorlayan malzemenin ise yönlendirilmiş yonga levha olduğu (OSB) (4,86A) tespit edilmiştir. Buna ait grafik Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Ahşap ve ahşap esaslı malzeme türüne göre harcanan akım miktarı (A) (The amount of current (A) consumed according to wood and wood based material type)

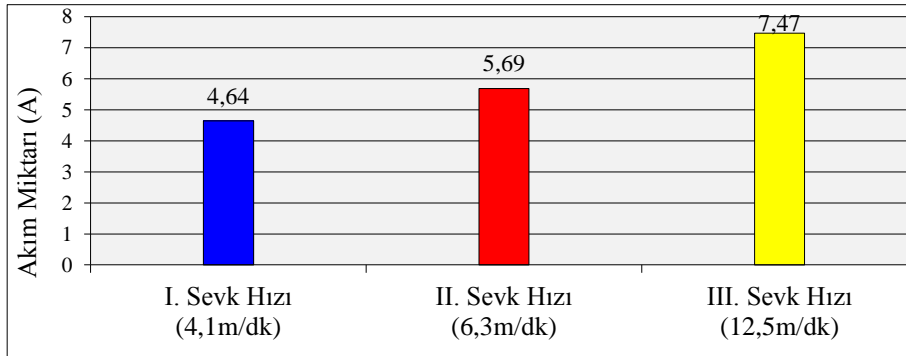
Sürücü sevk hızı dikkate alındığında, makinenin çektiği akım miktarı ortalamalarının LSD değeri 0.03179 için yapılan karşılaştırma sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Sürücü sevk hızına göre akım miktarı Duncan test sonuçları (Duncan test results of current amount according to feed speed)

Sevk Hızı (m/dak)	Çekilen Akım Değeri (A)	
	(X)	(HG)
I. Sevk Hızı (4,1)	4,63	C
II. Sevk Hızı (6,3)	5,69	B
III. Sevk Hızı (12,5)	7,44	A*

LSD ± = 0.03179 HG : Homojenlik grubu *: En çok çekilen elektrik akım değeri

Tablo 3'e göre, sürücü sevk hızları arasında en fazla zorlanmanın 12.5 m/dak. sevk hızında (7,44A), en az zorlanmanın ise 4.1 m/dak. sevk hızında (4,63A) gerçekleştiği görülmüştür. Buna ait grafik Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Sevk hızına göre harcanan akım miktarları (The amounts of current consumed according to feed speed)

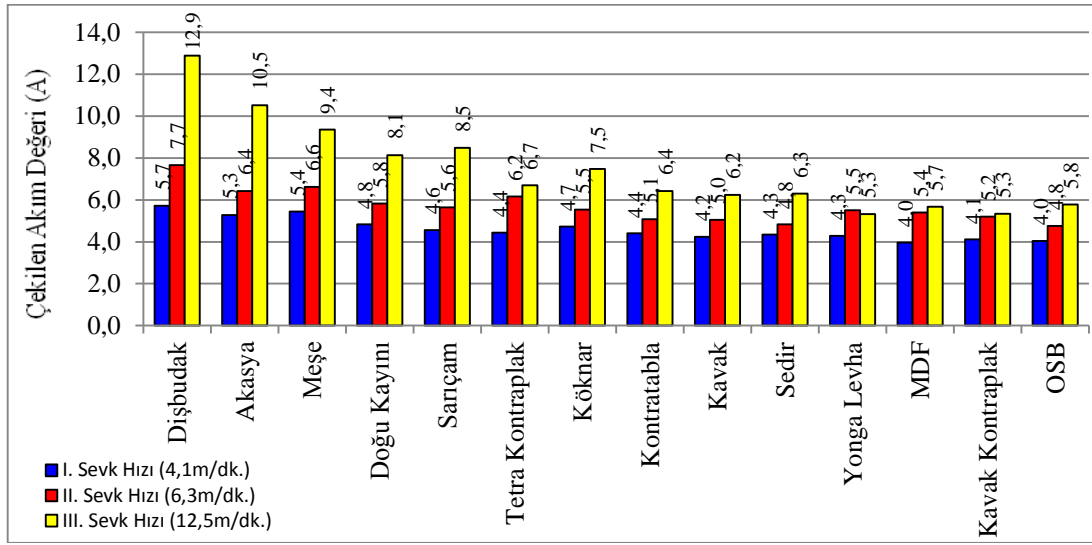
Ahşap ve ahşap esaslı malzeme türleri – sürücü sevk hızı faktörleri dikkate alındığında, işleme esnasında makinenin çektiği akım miktarı ortalamalarının LSD değeri 0.3179 için yapılan karşılaştırma sonuçları ve işleme esnasında makinenin çektiği akım miktarı ile ilgili olarak regresyon analizi yapılmış olup, her bir malzeme için sürücü sevk hızına bağlı olarak akım miktarlarının model denklemleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Ahşap ve ahşap esaslı malzeme çeşidi - sürücü sevk hızı ikili etkileşimine ait Duncan testi karşılaştırma sonuçları ve her bir ahşap malzeme türü için gerçekleştirilen çoklu doğrusal regresyon sonuçları (The comparative results of Duncan analysis of interaction of wood and wood based material type and feed speed and the results of multiple linear regression carried out for each wood material type)

Malzeme Türü	Sevk hızı (m/dak)	Çekilen akım değeri (A)		Regresyon model denklemi	%95 Güven aralığında modellen (R ²) korelasyon katsayısı
		(X)	HG	y: çekilen akım değeri, x: sevk hızı	
Dişbudak	I. Sevk Hızı (4,1)	5,72	IJK	y= 2,264+0,85x	R ² = 1,00 (Mükemmel)
	II. Sevk Hızı (6,3)	7,66	F		
	III. Sevk Hızı (12,5)	12,88	A*		
Akasya	I. Sevk Hızı (4,1)	5,28	NOP	y= 2,583+0,632x	R ² = 0,998 (Mükemmel)
	II. Sevk Hızı (6,3)	6,42	GH		
	III. Sevk Hızı (12,5)	10,52	B		
Meşe	I. Sevk Hızı (4,1)	5,44	KLMNO	y= 3,619+0,461x	R ² = 0,998 (Mükemmel)
	II. Sevk Hızı (6,3)	6,62	G		
	III. Sevk Hızı (12,5)	9,36	C		
Doğu kayını	I. Sevk Hızı (4,1)	4,84	RSTU	y= 3,299+0,389x	R ² = 0,999 (Mükemmel)
	II. Sevk Hızı (6,3)	5,82	I		
	III. Sevk Hızı (12,5)	8,14	E		
Sarıçam	I. Sevk Hızı (4,1)	4,56	UV	y= 2,679+0,465x	R ² = 1,00 (Mükemmel)
	II. Sevk Hızı (6,3)	5,64	IJKLM		
	III. Sevk Hızı (12,5)	8,48	D		
Tetra kontraplak	I. Sevk Hızı (4,1)	4,44	QRST	y= 4,016+0,229x	R ² = 0,717 (yüksek)
	II. Sevk Hızı (6,3)	6,16	H		
	III. Sevk Hızı (12,5)	6,7	G		
Kök nar	I. Sevk Hızı (4,1)	4,72	TU	y= 3,431+0,325x	R ² = 0,999 (Mükemmel)
	II. Sevk Hızı (6,3)	5,54	IJKLMN		
	III. Sevk Hızı (12,5)	7,48	F		
Kontratıbla	I. Sevk Hızı (4,1)	4,4	VW	y= 3,505+0,235x	R ² = 0,993 (Mükemmel)
	II. Sevk Hızı (6,3)	5,08	PQR		
	III. Sevk Hızı (12,5)	6,42	GH		
Kavak	I. Sevk Hızı (4,1)	4,24	WXY	y= 3,43+0,228x	R ² = 0,977 (Çok yüksek)
	II. Sevk Hızı (6,3)	5,04	PQRS		
	III. Sevk Hızı (12,5)	6,24	H		
Sedir	I. Sevk Hızı (4,1)	4,34	VWX	y= 3,375+0,234x	R ² = 1,00 (Mükemmel)
	II. Sevk Hızı (6,3)	4,84	RSTU		
	III. Sevk Hızı (12,5)	6,3	H		
Yonga levha	I. Sevk Hızı (4,1)	4,28	VWX	y= 4,342+0,091x	R ² = 0,358 (Düşük)
	II. Sevk Hızı (6,3)	5,5	JKLMNO		
	III. Sevk Hızı (12,5)	5,32	NOP		
Lif levha (MDF)	I. Sevk Hızı (4,1)	3,96	Y	y= 3,716+0,17x	R ² = 0,644 (orta)
	II. Sevk Hızı (6,3)	5,4	LMNO		
	III. Sevk Hızı (12,5)	5,68	IJKL		
Kavak kontraplak	I. Sevk Hızı (4,1)	4,12	WXY	y= 3,982+0,119x	R ² = 0,598 (Orta)
	II. Sevk Hızı (6,3)	5,2	OPQ		
	III. Sevk Hızı (12,5)	5,34	MNOP		
Yönlendirilmiş Y.L. (OSB)	I. Sevk Hızı (4,1)	4,04	XY	y= 3,35+0,198x	R ² = 0,972 (çok yüksek)
	II. Sevk Hızı (6,3)	4,76	STU		
	III. Sevk Hızı (12,5)	5,78	IJ		

LSD ± = 0.03179 HG : Homojenlik grubu, *: En çok çekilen elektrik akım değeri

Bu sonuçlara göre, ahşap ve ahşap esaslı malzeme türleri - sürücü sevk hızı ikili etkileşiminde en az zorlanmanın yönlendirilmiş yonga levhada (OSB,) I. sevk hızında (4.04A), en fazla zorlanmanın ise dişbudak odununda, III. sevk hızında (12.88A) olduğu tespit edilmiştir. Buna ait grafik Şekil 3'de verilmiştir. Ayrıca, gerçekleştirilen regresyon analizi sonuçlarına göre, sürücü ilerleme hızı değerlerine bağlı olarak %95 güven aralığında modelin (R^2) korelasyon katsayılarına göre sınıflandırma yapıldığında; dişbudak, akasya, meşe, Doğu kayını, sarıçam, köknar, kontratabla, sedir odunlarında mükemmel kategorisinde determinasyon katsayıları ile tahmin edilebilirken (%0-0,7 hata olasılığı) ($R^2= 1-0,993$), kavak odunu ve yönlendirilmiş yonga levhada çok yüksek (%2,3-2,8 hata olasılığı) ($R^2= 0,977-0,972$), tetra kontraplakta yüksek (%28,3 hata olasılığı) ($R^2= 0,717$), lif levha ve kavak kontraplakta orta (%35,6-40,2 hata olasılığı) ($R^2= 0,644-0,598$), yonga levhada ise bu değer düşük (%64,2 hata olasılığı) ($R^2= 0,358$) çıkmıştır.



Şekil 3. Ahşap ve ahşap esaslı malzeme çeşidi - sürücü sevk hızı ikili etkileşimi sonucu harcanan akım değerleri (Current values consumed as a result of wood and wood based material type and feed speed interaction)

4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

Bu çalışmada, farklı ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin, daire testere makinesinde farklı sürücü sevk hızlarında kesilmesi esnasında makine ve kesiciler üzerindeki zorlanmalar tespit edilmeye çalışılmıştır. Sonuçta, aynı işleme özelliklerinde kesilmesine rağmen ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin her birinin farklı zorlamalara sebebiyet verdiği, dolayısı ile farklı elektrik akımlarının çekildiği görülmüştür. Aynı deney düzeneklerinde en fazla zorlanma dişbudak odununda görülürken, bunu sırası ile akasya, meşe, Doğu kayını, sarıçam, tetra kontraplak, köknar, kontratabla, ak kavak, Lübnan sediri, yonga levha, lif levha (MDF), kavak kontraplak ve yönlendirilmiş yonga levha (OSB) takip etmiştir. En fazla akım çeken dişbudak odununun, en az akım çeken yönlendirilmiş yonga levha (OSB)' ya göre %80 oranında daha fazla elektrik akımı çektiği tespit edilmiştir. Bu durumun, kesilen malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinden kaynaklandığı söylenebilir.

Sürücü sevk hızının arttığı kesme işlemlerinde, çekilen akım miktarının da arttığı ve ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin makine ve kesicilere karşı daha yüksek direnç gösterdiği ortaya çıkmıştır. Aynı işlemi yapmasına rağmen, en yüksek sevk hızı (12.88A) ile yapılan kesme işleminin en düşük

kesme işlemine göre %61 oranında daha fazla elektrik akımı çektiği ortaya çıkmıştır. Bu durum literatürle de paralellik göstermektedir [11-12].

Ahşap esaslı malzemeler ile sürücü sevk hızı etkileşiminde en fazla zorlanmanın dişbudak odununda en yüksek sevk hızında, en az zorlanmanın ise yönlendirilmiş yonga levhada (OSB) en düşük sevk hızında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Deneylede kullanılan ahşap malzemelerin kendi aralarında çektiği akım farklılıklarından ötürü avantaj gösteren malzemelerin tercih edilmesi ve yüksek sevk hızlarından kaçınılması durumunda, enerji tasarrufu sağlanabileceği, makine/motor yıpranma oranlarının azalabileceği, dolayısı ile ekonomide fayda sağlanabileceği düşünülmektedir.

Sürücü ilerleme hızı değerlerine bağlı olarak, her bir ahşap ve ahşap esaslı malzemenin determinasyon katsayısına göre çekeceği düşünülen akım değerlerinin, %0 - %64,2 hata olasılığı ile önceden tahmin edilmesinin mümkün olduğu ortaya çıkmıştır. Böylelikle, gerçekleştirilen regresyon model denklemlerinden yararlanılarak sürücü hızları değiştiğinde makinenin ne kadar akım çekeceği önceden tahmin edilebilecektir.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Williams, D., and Morris, R., (1998). *Machining and Related Mechanical Properties of 15 B.C. Wood Species*, Canada.
- [2]. Lihra, T., and Ganey, S., (1999). *Machining Properties of Eastern Species and Composite Panels*, Canada.
- [3]. Hernandez, R.E., Bustos, C., Fortin, Y., Beaulieu, J., (2001). Wood Machining Properties of White Spruce From Plantation Forests”, *Forests Products J.* 51(6), 82–88.
- [4]. Korkut, I., Donertas, M.A., Seker, U., (1999). Üç Boyutlu Dinamometre Tasarımı ve İmalatı, *Teknoloji Dergisi*, 2(1-2), 115-129.
- [5]. İlhan, R., Burdurlu, E., Baykan, I., (1990). *Ağaç İşlerinde Kesme Teorisive Mobilya Endüstrisi Makinaları*, Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- [6]. Günay, M., (2003). *Talaş Kaldırma İşlemlerinde Kesici Takım Talaş Açısının Kesme Kuvvetlerine Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [7]. Kurt, A., (2001). *Doğrusal Hareketle Talaş Kaldıran Vargel Tezgahında Kesme Kuvvetlerinin Ölçülmesi İçin Bir Dinamometre Tasarımı ve İmalatı*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [8]. Şeker, U., (2000). *Talaşlı İmalatta Takım Tasarımı*, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Ders Notları, Ankara.
- [9]. Yardımoğlu, B, ve Boyar L, (1994). Talaşlı imalatta takıma gelen kuvvetlerin deneysel incelenmesi”, *5. Ulusal Makine ve İmalat Kongresi*, 72-81.
- [10]. Hamid, A.A., and Ali, Y., (1995). Experimental Determination of Dynamic Forces During Transient Orthogonal Cutting”, *J. Material Processing Technol.*, 55(3–4), 162-170.
- [11]. Gürleyen, L., and Budakçı, M., (2015). Determination of machinery and knife strains in the planing of wood-based panels, *J Wood Sci*, 61, 391-400.
- [12]. Gurleyen, L., (2010). The study for the strain of hardwood materials against machines and cutters in planning process, *Scientific Research and Essays* 5(24), 3903-3913.
- [13]. Hammond, J.J., Donnelly, E.T., Harrod, W.F., (1969). *Ağaçişleri Teknolojisi*, Ajans-Türk Matbaacılık Sanayi, Ankara.