

## Isıl İşlemin Bazı Geniş Yapraklı Ağaç Türlerinde Eğilme Direnci Üzerine Etkilerinin Taguchi Metodu Kullanılarak İncelenmesi

Abdullah Beram <sup>1\*</sup> 

**Özet:** Taguchi metodu, hedef değere ulaşmak için yapılacak olan deney sayısını azaltarak, ürün ve süreçte oluşabilecek değişkenliği en aza indirmeye çalışan bir deney tasarımı yöntemi olup, uygulamalarda zaman ve maliyet kazancı sağlamaktadır. Bu çalışmada, ülkemizde yayılışı bulunan doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) ve adi dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.) türlerine 160, 180 ve 200 °C sıcaklıklarda, 2, 4 ve 6 saat süreyle ısıl işlem uygulanmıştır. Isıl işlem sonrasında, örneklere eğilme direnci testleri yapılmış, ısıl işlem sırasındaki sıcaklık ve süre farklılıklarının ağaç malzemenin eğilme direnci üzerine etkileri Taguchi yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Taguchi metodunun uygulamasında, amaca uygun faktör ve seviyeler belirlenerek, L9 (3<sup>3</sup>) ortogonal dizisi deney planı olarak seçilmiştir. Deneysel bulgulara S/N oranına göre hesap tablosu uygulanmış, varyans analizi ve Taguchi yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlara göre, istatistiksel analizler sonrasında elde edilen en iyi değer meşe türünde 160 °C'de 2 saatlik uygulama ile sağlanacağı tahmin edilmiştir. Yapılan doğrulama deney sonucu, analiz sonucu ile tutarlılık göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Taguchi metodu, ısıl işlem, ortogonal dizin, kayın, meşe, adi dişbudak.

## Investigation of Effects of Heat Treatment on Bendings Strength of Some Broadleaf Trees Species by Using Taguchi Method

**Abstract:** The Taguchi method is an experiment design method that tries to minimize the variability that may occur in the product and process by reducing the number of experiments to be performed to reach the target value, and aims to provide time and cost savings in applications. In this study, heat treatment was applied to beech (*Fagus orientalis* L.), oak (*Quercus robur* L.), ash (*Fraxinus excelsior* L.) species, which are spread in our country, at 160, 180 and 200 °C for 2, 4 and 6 hours. The effects of temperature and time differences on the bending strength of wood material in heat treatment were investigated using Taguchi method by performing bending resistance tests of the samples after heat treatment. In the application of the Taguchi method, factors and levels suitable for the purpose were determined and the L9 (3<sup>3</sup>) orthogonal array was chosen as the experiment plan. The results of the experiments were analyzed using the analysis of variance and Taguchi methods with a spreadsheet applied according to the S/N ratio. According to the results, after the statistical analysis, it was estimated that the best value obtained was oak wood in 160 °C for 2 h of heat treatment. The validation experiment result showed that it was consistent with the analysis result.

**Keywords:** Taguchi method, heat treatment, orthogonal array, beech, oak, ash.

<sup>1</sup>**Address (Adres):** Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye

**\*Corresponding author (Sorumlu yazar):** abduallahberam@isparta.edu.tr

**Citation (Atıf):** Beram, A. (2021) Isıl İşlemin Bazı Geniş Yapraklı Ağaç Türlerinde Eğilme Direnci Üzerine Etkilerinin Taguchi Metodu Kullanılarak İncelenmesi. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 5 (1): 55-60.

## 1. GİRİŞ

İnsanoğlu yüzyıllardır doğal, yenilenebilir ve sürdürülebilir bir malzeme olan ağaç malzemeyi yaşamının her alanında kullanmaktadır (Yıldız, 2002; Dagbro, 2016; Yaşar vd., 2010; 2017; Beram ve Yaşar, 2018; Güler ve Yaşar, 2018). Ağaç malzemeler biyolojik yapısı nedeniyle tahrir faktörlerine ve biyotik faktörlere (fungus, böcek, termit vb.) karşı dayanıklı değildir. Ayrıca bu malzemeler anizotropik yapısı itibarıyla kullanım alanlarında çeşitli sorunlara neden olmaktadır (Berkel, 1972; Aydemir ve Gündüz, 2009; Tomak vd., 2014).

Isıl işlem, ağaç malzemenin özelliklerini iyileştirmek ve geliştirmek için son yıllarda sıklıkla kullanılan çevre dostu yöntemlerden birisidir. Isıl işlem uygulamaları temelde iki amaç için kullanılmaktadır. Bunlar; ağaç malzemenin denge rutubet miktarını azaltarak boyutsal kararlılık kazandırmak ve malzemeye zarar verebilecek biyotik faktörlere karşı direnci arttırmaktır (Rapp and Sailer, 2000; Hill, 2006; Yaşar, 2009; Akkılıç vd., 2014; Yaşar vd., 2020).

Deney Tasarımı, 1920'li yıllarda ünlü İngiliz istatistikçi Sir Ronald Fisher tarafından ilk olarak tarım alanında yapılan çalışmalara uygulanmış ve geliştirilmeye başlanmıştır (Gökçe ve Taşgetiren, 2009). Deney tasarımının temel amacı, belli bir sürecin davranışları hakkında bilgi edinmeyi sağlayarak bu süreci etkileyen faktörleri saptamak ve iyileştirilmesi için gerekli olan faktör seviyelerini belirlemektir. İmalat süreç performanslarının iyileştirilmesi, süreçlerin geliştirilmesi, yeni ürünlerin geliştirilmesi gibi çoğu mühendislik çalışmasında deney tasarımı kritik bir önem göstermektedir (Montgomery, 2017).

Günümüzde birçok alanda geleneksel deney tasarımı yerine istatistiki yöntemlere dayalı istatistiksel deney tasarımları kullanılmaktadır. İlk olarak Japon kalite yönetim uzmanı Dr. Genichi Taguchi tarafından geliştirilen Taguchi deney tasarımı, bu alanda en fazla bilinen ve yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisidir. Bu yöntem; ürüne veya sürece ait faktörlerin iyileştirilmesi, kalite sürekliliğinin sağlanabilmesi gibi önemli parametreleri esas alarak, hedef değere ulaşmak için yapılacak olan deney sayısını azaltmayı ve kontrol edilemeyen faktörleri en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Böylelikle, uygulamalarda zaman ve maliyet kazancı sağlanmaktadır (Taguchi vd., 2005; Yazıcı, 2010; Alhalabi ve Sabır, 2011). Bu yöntem ile elde edilen deney çıktıları Sinyal/Gürültü (S/G) oranına çevrilerek değerlendirilmektedir. Kalite boyutunda hedeflenen değer doğrultusunda S/G oranı minimum değer en iyi, maksimum değer en iyi, nominal değer en iyi olacak şekilde hesaplanmakta ve analiz edilmektedir (Savaşkan vd., 2004).

Bulgaristan, Türkiye, Kafkasya ve İran'da genel yayılış gösteren Doğu kayını, ülkemiz ormanlarında en geniş yayılışını ve en iyi gelişimini Karadeniz Bölgesi'nde yapmaktadır. Marmara ve Ege Bölgelerinde yer yer bulunan bu tür, Adana'nın Pos ormanlarında, Amanos Dağlarında ve Maraş-Andırın yöresinde de yerel olarak bulunmaktadır (Anşin ve Özkan, 1997; Yıldız, 2002). Ülkemizde doğu kayını kapladığı 1.9 milyon ha alan bakımından dördüncü sırada yer almakta ve toplam ormanlık alanının yaklaşık % 8,5'ini oluşturmaktadır (OGM, 2015). Dolgun ve düzgün gövdeli birinci sınıf orman ağacı olarak oldukça geniş kullanım alanına sahip olan bu tür, parke ve dekorasyon ürünleri imalatı, araba ve otobüs karoseri yapımı ile mobilya üretimi yanı sıra birçok farklı sektörde kullanılmaktadır (Tomak, 2011).

Adi Dişbudak, Kuzey Yarım Kürenin ılıman ve nadir olarak subtropik ve tropik yerlerinde yayılış gösteren geniş yapraklı bir türdür. Avrupa, Kırım, Kafkasya ve özellikle Britanya'da yayılış göstermekte olan bu tür, ülkemizde Trakya, Doğu ve Batı Karadeniz Bölgesi, Marmara ve Ege Bölgesi'nde bulunmaktadır (Yalırık, 1978). Ülkemiz ormanlarında yaklaşık 14410 ha alanda yayılış göstermekte ve genel ormanlık alan içindeki payı %1'den daha azdır (OGM, 2015). Düzgün gövdesi ve kaliteli odunu sayesinde orman ürünleri sektöründe kıymetli ağaç türleri arasında yer almaktadır.

Meşe türleri, ülkemizde gerek tür zenginliği gerekse kapladığı alan bakımından orman ürünleri sektöründe oldukça büyük bir öneme sahiptir. Ülkemizde 5.8 milyon ha'lık yayılışa sahip olan meşe türleri ülke ormanları içerisinde %26'lık bir paya sahiptir (OGM, 2015). Sapsız meşe ülkemizde yetişen 18 meşe türünden bir tanesidir. Kuzey Yarım Kürede yayılışı bulunan bu tür, Rusya, İran ABD ve Kanada'nın yanı sıra ülkemiz ormanlarının hemen hemen her yerinde bulunmakta ve özellikle Trakya, Marmara çevresi ile Karadeniz ormanlarında oldukça geniş yayılış göstermektedir (Hammond vd., 1969). Düzgün gövde yapısı ve tepe tacının kısalığı gibi özellikleriyle sapsız meşe, orman ürünleri sektöründe geniş pazar payı bulunan meşe türlerinin başında gelmektedir (Şahin, 2016).

Bu çalışmada, doğu kayını, sapsız meşe ve adi dişbudak odun örneklerine farklı sıcaklık ve sürelerde ısıl işlem uygulanmıştır. Isıl işlem sonrasında, örneklerin eğilme direnci deneyleri yapılarak ısıl işlem sırasında gerçekleşen sıcaklık ve süre farklılıklarının ağaç malzemenin eğilme direnci üzerine etkileri Taguchi yöntemi kullanılarak analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Materyal

Çalışma materyalini ağaç işleri ve mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan doğu kayını, sapsız meşe ve adi dişbudak odunları oluşturmaktadır. Deney örnekleri 2019 yılında Çizelge 1’de yer alan lokasyonlardan kesilen orman ağaçlarından elde edilmiştir.

Çizelge 1: Odun örneklerinin elde edildiği ağaç türlerine ait genel bilgiler

Ağaç türü	Lokasyon	Rakım (m)	Boy (m)	Çap (cm)
Doğu kayını	Bulancak/Giresun	1125	16.6	51
Sapsız meşe	Mut/Mersin	692	14.3	44
Adi dişbudak	Merkez/Isparta	968	12.8	38

Kereste haline getirilen ağaç malzemeler hava kurusu hale gelinceye kadar oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra keresteler işlenerek örnek hazırlama öncesinde 20 °C ve %65 bağıl nemde %12’ye ulaşıncaya kadar iklimlendirme dolabında tutulmuştur.

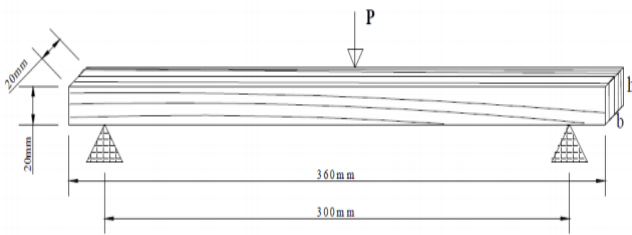
### 2.2. Metot

#### Isıl İşlem

Doğu kayını, sapsız meşe ve adi dişbudak odunlarına ait örnekler laboratuvar ortamında etüvde 160 °C, 180 °C ve 200 °C’de 2, 4 ve 6 saat süreyle ayrı gruplar halinde ısıtılma tabi tutulmuştur.

#### Eğilme Direnci Deneyleri

Eğilme direnci denemeleri TS 2474’e (2005) uygun olarak hazırlanan 20x20x360 mm boyutlarındaki örnekler üzerinde yapılmıştır. Denemelerde dayanak noktalarının açıklığı 300 mm olarak alınmış ve kırılma anındaki kuvvet (P<sub>max</sub>) okunup eğilme direnci (ED) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Eğilme direnci ölçümü için TS EN 325 (2012)’e uygun olan universal test cihazı kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Eğilme direnci testi uygulaması ve örnek boyutları

$$ED = \frac{3xP_{max}L}{2xbxh^2}$$

Burada;

ED = Eğilme direnci (N/mm<sup>2</sup>),

P<sub>max</sub> = Kırılma anında ölçülen maksimum kuvvet (N),

L = Dayanaklar arası açıklık (mm),

b = Örnek genişliği (mm),

h = Örnek yüksekliği (mm) değerlerini ifade etmektedir.

## 3. TAGUCHİ L9 DENEY TASARIMI

### Faktör Düzeylerinin Belirlenmesi

Deney tasarımının amacı hedef, sonuçlar ve bu sonuçlardan meydana gelen sapmaları doğru bir şekilde analiz etmek için kullanılan deney grubunu etkili bir şekilde planlamaktır. Bu amaçla çeşitli deney tasarım matrisleri oluşturulmaktadır. Yapılan çalışmada, ısıl işlemin etkilerini ağaç türü, ısıl işlem sıcaklığı ve ısıl işlem süresi faktörlerini kullanarak her biri üç seviyeli biçimde tasarlanmıştır. Çizelge 2’de çalışmada kullanılan kontrol faktörleri ve seviyeleri gösterilmiştir.

Çizelge 2. Uygulamada kullanılan faktörle ait bilgiler

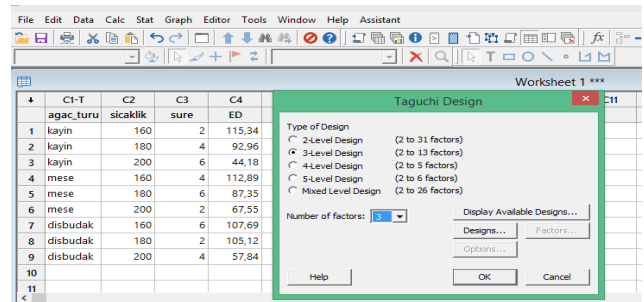
Faktörler/Seviyeler	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
Ağaç Türleri	Doğu Kayını	Sapsız Meşe	Adi Dişbudak
Sıcaklık (°C)	160	180	200
Süre (saat)	2	4	6

### Faktör ve Etkileşimlerin Kolonlara Yerleştirilmesi

Normal şartlarda, 3 faktör 3 düzeyli bir çalışma olan bu çalışmada Tam Faktöriyel Deney Tasarımı gereğince 3<sup>3</sup> = 27 deney yapılması gerekmektedir. Taguchi metoduna göre bir tasarım yapıldığında, 9 deney ile ısıl işlemin etkilerini belirlemenin yeterli olacağı düşünülmüştür. Faktörler kolonlara yerleştirilerek, Taguchi Deney Tasarım yapısı ortaya konulmuştur (Çizelge 3; Şekil 2).

Çizelge 3. Taguchi L9 ortogonal deney tasarımı matrisi

Deney No	Faktör A	Faktör B	Faktör C
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2



Şekil 2. Minitab veri ekranı

### Sonuçların Analiz Edilmesi

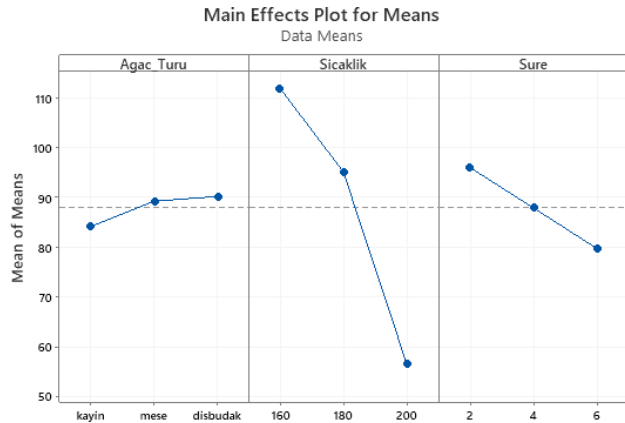
Minitab 18 programından alınan Taguchi deney analiz sonuçları Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4. Minitab program çıktısı

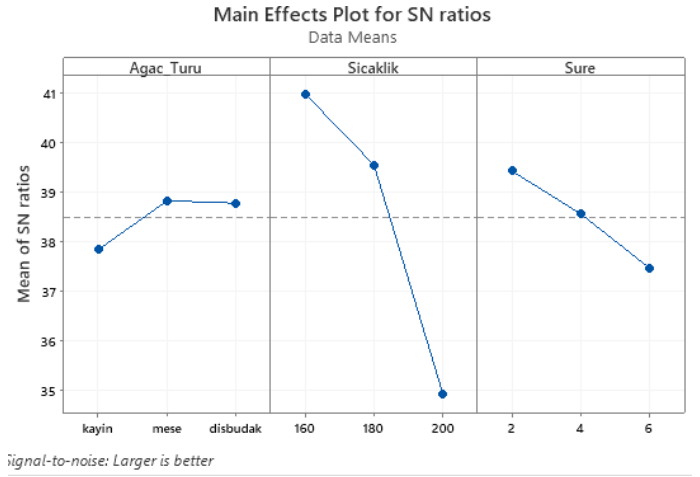
Taguchi Design			
Taguchi Orthogonal Array Design			
Taguchi L9(3 <sup>3</sup> )			
Array			
Factors:	3		
Runs:	9		
Columns of L9(3 <sup>4</sup> ) array:	1 2 3		
Taguchi Analysis: Egilme versus Agac_Turu; Sicaklik; Sure			
Response Table for Signal to Noise Ratios			
Larger is better			
Level	Agac Turu	Sicaklik	Sure
1	37,84	40,98	39,42
2	38,82	39,54	38,55
3	38,77	34,91	37,46
Delta	0,99	6,06	1,96
Rank	3	1	2
Response Table for Means			
Level	Agac Turu	Sicaklik	Sure
1	84,16	111,97	96,00
2	89,26	95,14	87,90
3	90,22	56,52	79,74
Delta	6,06	55,45	16,26
Rank	3	1	2
Predicted values			
Prediction			
S/N Ratio	Mean		
42,2681	121,48		
Settings			
Agac Turu	Sicaklik	Sure	
mese	160	2	

Şekil 3'te ortalamaların ve Şekil 4'te ise S/N oranının sonuçları verilmiştir. Şekil 3'teki ortalama sonuçları değerlendirildiğinde, sıcaklığın en önemli faktör olduğu görülmektedir.

S/N oranının sonuçlarına baktığımızda ise daha yüksek S/N oranı daha iyi kalite özelliklerine karşılık gelmektedir. Bu sebeple süreç parametrelerinin optimal seviyesini en yüksek S/N oranına sahip seviye belirlemektedir (Pınarbaşı, 2020). Ağaç malzemede eğilme direncinin yüksek olması istenen bir özelliktir. Bu nedenle, S/N oranı seçiminde "larger is better" seçimi tercih edilmiştir.



Şekil 3. Ortalamaların sonuç grafiği



Şekil 4. S/N oranının sonuç grafiği

Şekil 4'e göre en uygun kombinasyonun ağaç türü meşe, sıcaklık 160 °C ve süre 2 saatin sağladığı görülmektedir.

### Doğrulama Deneylerinin Yapılması

Minitab program verilerine göre en uygun kombinasyon belirlenmiştir. Belirlenen kombinasyon için doğrulama deneyleri yapılmıştır. Analiz sonucundaki ortalamalar ile doğrulama deneylerinin ortalamalarının birbiri ile uyumlu olduğu Çizelge 5'te görülmektedir.

Çizelge 5. Doğrulama deneyi sonuçları

Deney	Deney ortalaması	Minitab Tahmini Ortalama
Meşe/ 160 °C / 2 saat	121.23	121.48

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, doğu kayını, sapsız meşe ve adi dişbudak türlerine 160, 180 ve 200 °C sıcaklıklarda, 2, 4 ve 6 saat süreyle uygulanan ısıl işlemin eğilme direnci üzerine etkileri incelenmiştir. Yapılan uygulama sonrası elde edilen sonuçlar Taguchi metodu ile analiz edilerek değerlendirilmiştir. Hem deney sayısı azaltılmış hem de istenen sonuçlara oldukça yakın sonuçlar metotta tahmin edilerek elde edilmiştir. Sıcaklık en önemli faktör olarak belirlenmiştir. Doğrulama deneyleri sonunda, yapılan mekanik deney ve Taguchi metodu tahmin uygulamasından elde edilen eğilme direnci değerleri birebir uyumlu çıkmıştır.

Üretimde, bilimsel metotların kullanılması zaman ve maliyet açısından önem arz etmektedir. Deney tasarım metotları, gün geçtikçe artan rekabet ve piyasa koşullarında önemli bir role sahip olmaktadır. Isıl işlem gerek enerji gerekse zaman olarak işletmelere büyük maliyetleri olan bir uygulamadır. Bu şekilde maliyetli olan uygulamalarda istatistiksel tabanlı analizlere dayalı çalışmaların yapılması işletmelere önemli derecede katkı sağlayabilmektedir. Taguchi metodu, ürüne doğrudan müdahale yerine deney tasarım aşamasında uygulandığı için üretim öncesi üreticilere bilgi sağladığından büyük avantaj sağlamaktadır.

Nitekim çalışmamızda da elde edilen veriler Taguchi metodu tahminleri ile uyumlu çıkmıştır. Bu durum,

çalışmada yapılması planlanan örnek sayısını düşürerek zaman ve maliyetten kazanç elde edilmesini sağlamıştır. Bu istatistiksel metotların bilinmesi ve kullanılmasının, endüstriyel üretimin bir adım daha ileriye gitmesinde katkı sağlayabileceğinin göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akkılıç, H., Kaymakçı, A., Ünsal, Ö. (2014). Isıl işlem uygulanmış ahşap malzemenin dış cephe kaplaması olarak değerlendirilme potansiyeli, 7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, 3-4.
- Alhalabi, K., Sabır, E.C. (2011). Anti Statik Yağın İplik Kalite Parametrelerine Etkisi, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt: 26/2, 19-32.
- Anşin, R., Özkan, Z. C. (1997). Tohumlu Bitkiler (*Spermatophyta*) Odunsu Taksonlar, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi.
- Aydemir, D., Gündüz, G. (2009). Ahşabın Fiziksel, Kimyasal, Mekaniksel ve Biyolojik Özellikleri Üzerine Isıyla Muamelenin Etkisi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 11 (15), 71-81.
- Beram, A., Yaşar, S. (2018). NaOH ile Modifiye Edilmiş Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Yongalarının Levha Üretimindeki Performansı. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9, 187-196.
- Berkel, A. (1972). Ağaç Malzeme Teknolojisi Cilt II: Ağaç Malzemenin Korunması ve Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 183, 386s, İstanbul.
- Dagbro, O. (2016). Studies on Industrial-Scale Thermal Modification of Wood, Doctoral dissertation, Luleå University of Technology.
- Gökçe, B., Taşgetiren, S. (2009). Kalite İçin Deney Tasarımı”, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt: 6/1, 71-83.
- Güler, G., Yaşar, S. (2018). Kermes Meşesi (*Quercus coccifera* L.) Odununun Bazı Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi ve Yongalevha Üretiminde Değerlendirilmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 20, 184-193.
- Hammond, J. J, Donnely, E. T., Harrod, W. F., Rayner, N. A (1969). Woodworking technology, McKnight Publishing Company, 74-76.
- Hill, C.A.S. (2006). Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes, John Wiley & Sons Ltd., London. <http://dx.doi.org/10.1002/0470021748>.
- Montgomery, D. C. (2017). Design and Analysis of Experiments, John Wiley & Sons Inc., USA.
- OGM. (2015). Türkiye Orman Varlığı 2015. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Pınarbaşı, A. (2020). Taguchi metodu nedir. <https://www.muhendisbeyinler.net/taguchi-metodu-nedir/> (Son erişim tarihi: 25.02.2021)
- Rapp, A.O. Sailer, M. (2000). Heat treatment of wood in Germany-State of the art, Proceedings of the Seminar on Production of Heat Treated Wood in Europe, Helsinki.
- Savaşkan, M., Taptık, Y., Ürgen, M. (2004). Deney Tasarımı Yöntemi ile Matkap Uçlarında Performans Optimizasyonu, İTÜ Dergisi/d, Cilt: 3/6, 117-128.
- Şahin, A. (2016). Marmara Bölgesindeki meşe ormanlarının yayılışı, işletme amaçları ve planlanması. Orman Genel Müdürlüğü Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Uluslararası Katılımlı Meşe Çalıştay Bildiriler Kitabı, 18-20 Ekim, İğneada – Kırklareli, s. 27-51.
- Taguchi, G., Chowdury, S., Wu, Y. (2005). Taguchi's quality engineering handbook. ASI consulting group, LLC, Livonia, Michigan, ISBN 0-471-41334-8.
- TS 2474, (2005). Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS-EN 325, (2012). Ahşap Esaslı Levhalar Deney Parçalarının Boyutlarının Tayini. TSE, Ankara.
- Tomak, E., D. (2011). Masif Odundan Bor İşleminin Yıkınmasını Önlemede Yağlı Isıl İşlemin ve Emülsiyon Teknikleri ile Emprenye İşleminin Etkisi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tomak, E.D., Ustaomer, D., Yıldız, S., Pesman, E. (2014). Changes in Surface and Mechanical Properties of Heat Treated Wood During Natural Weathering., Elsevier Journal, Measurement 53, 30–39.
- Yaltırık, F. (1978). Türkiye'deki Doğal Oleaceae Taksonlarının Sistemik Revizyonu”, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 2404.
- Yaşar, S. (2009). Kızılçam (*Pinus Brutia* Ten.) Ekstraktif Maddelerinde Isıl İşlem Uygulanması Sonucu Oluşan Renk Değişimleri Üzerine Araştırma. Turkish Journal of Forestry , 10 (1) , 95-100
- Yaşar, S., Güntekin, E., Cengiz, M., Tanrıverdi, H. (2010). The correlation of chemical characteristics and UF Resin ratios to physical and mechanical properties of particleboard manufactured from vine prunings. Scientific Research and Essays, 5, 737-741.
- Yaşar, S., Beram, A., Güler, G. (2017). Kermes Meşesi (*Quercus coccifera* L.) Odunu Fenolik Ekstraktifleri. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8, 73-78.
- Yaşar, S., Uz, A., Beram, A. (2020). Isıl İşlem Görmüş Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Yongalarından Üretilen Levhaların Bazı Özellikleri. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4 (1): 14-20.
- Yazıcı, D. (2010). Halı Üretiminde Elyaf Boyama Prosesinin Deneysel Tasarım Metoduyla

İyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Yıldız, S. (2002). Isıl İşlem Uygulanan Doğu Kayını ve Doğu Ladini Odunlarının Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özellikleri. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Doktora Tezi, Trabzon.