



**PLANYA MAKİNESİNDE İŞLEME VE MALZEME ÖZELLİKLERİNİN
GÜRÜLTÜ SEVİYESİNE ETKİLERİ**

Arif GÖREN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Şubat 2015

Arif GÖREN tarafından hazırlanan “PLANYA MAKİNESİNDE İŞLEME VE MALZEME ÖZELLİKLERİNİN GÜRÜLTÜ SEVİYESİNE ETKİLERİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Erol Burdurlu

Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Başkan: Prof. Dr. Abdullah Sönmez

Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Üye: Prof. Dr. İlker Usta

Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Tez Savunma Tarihi: 11/02/2015

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

.....

Arif Gören

02/02/2015

PLANYA MAKİNESİNDE İŞLEME VE MALZEME ÖZELLİKLERİNİN GÜRÜLTÜ SEVİYESİNE ETKİLERİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Arif GÖREN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Şubat 2015

ÖZET

Bu araştırmada, planya makinesinde kavak ve kayın ağaçların işlenmesi anında ağaç türü, kesme derinliği ve malzeme genişliğinin gürültü emisyonu üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca göre, 40 mm, 80 mm ve 160 mm malzeme genişliğine sahip kavak (*populus nigra*) ve Doğu Kayını (*Fagus orientalis L.*) ağaçlarından elde edilen örnekler, 1 mm, 2 mm ve 3 mm kesme derinliğinde işlenmiştir. İşleme esnasında EXTECH INSTRUMENTS HD 600 Gürültü Ölçüm ve Kayıt Cihazı kullanılarak ağaç türü, genişliği ve kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri “dB(A)” olarak ölçülmüş ve SPSS 17 (Statistical Program for the Social Sciences) programında analiz edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre planya makinesinde kayının rendelenmesi işlemiyle ortaya çıkan gürültü seviyesi 90,11 dB(A), kavağın işlenmesinde ortaya çıkan gürültü seviyesinden 88,92 dB(A) daha yüksektir. 1 mm kesme derinliğinde gürültü seviyesi 87,89 dB(A) iken bu değer 2 mm kesme derinliğinde 89,82 dB(A)'ya ve 3 mm kesme derinliğinde 90,82 dB(A)'ya yükselmektedir. 40 mm, 80 mm ve 160 mm malzeme genişliklerinde, gürültü seviyesi sırasıyla 86,77 dB(A), 89,61 dB(A) ve 92,18 dB(A)'dır. Hem malzeme genişliği, hem de kesme derinliğinin iki ağaç türünde de gürültüyü artırıcı yönde etkisi vardır.

Bilim Kodu : 711.2.069

Anahtar Kelimeler : Kayın, Kavak, Gürültü, İş sağlığı ve güvenliği.

Sayfa Adedi : 77

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Erol BURDURLU

EFFECTS OF MACHINING AND MATERIAL PROPERTIES ON NOISE LEVEL AT
PLANER

(M.Sc. Thesis)

Arif GÖREN

GAZİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

February 2015

ABSTRACT

In this study, effects of tree species, depth of cut and material width on noise emission level were researched during machining of beech and poplar tree in planing machine. According to this purpose, samples which are obtained from poplar and oriental beech that have 40 mm, 80 mm or 160 mm material width were planed at the cutting depth of 1 mm, 2 mm, or 3mm. Noise levels as dB(A) were measured in connection with wood species, cutting with and cutting depth by using EXTECH INSTRUMENTS HD 600 Noise Measurement and Recorder during planing of the samples and data were analyzed in SPSS 17 (Statistical Program for the Social Sciences). According to results of the study, noise level in planing of beech wood (90,11 dB(A)) was higher than that of poplar wood (88,92 dB(A)). While noise level was 87,89 dB(A) at 1 mm depth of cut, this value increased to 89,82 dB(A) at 2 mm depth of cut and 90,82 dB(A) at 3 mm depth of cut. Noise levels were 86,77 dB(A), 89,61 dB(A) and 92,18 dB(A) for the cutting widths of 40 mm, 80 mm and 160 mm, respectively. Both depth of cutting and width of cutting were increased noise level in planing of both beech and poplar wood.

Science Code : 711.2.069

Key Words : Beech, Poplar, Noise, Occupational Health and Safety.

Page Number : 77

Supervisor : Prof. Dr. Erol BURDURLU

TEŞEKKÜR

Çalışmanın her aőamasında, gerek bilimsel anlamda deney düzeneğinin oluőturulmasında, gerekse çalışma analizlerinin tasarlanmasında, çözümlene ve bulguların derlenmesinde yardımcı olan başta danışman hocam Prof. Dr. Erol BURDURLU olmak üzere, deney çalıőmalarım sırasında beni yalnız bırakmayan kardeőim Ümit Akif GÖREN'e ve emeği geçen herkese teőekkürlerimi borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
RESİMLERİN LİSTESİ	xiv
SİMGE VE KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	7
2.1. Ses ve İlişkili Kavramlar	7
2.2. Gürültü	13
2.2.1. Gürültünün tanımı	13
2.2.2. Gürültünün kaynakları	15
2.3. Gürültü Çeşitleri.....	19
2.3.1. Frekans aralığına göre	19
2.3.2. Zaman içindeki değişimine göre	21
2.4. Gürültünün İnsan Sağlığına Etkileri.....	23
2.4.1. PLANYA makinesi	31
3. MATERYAL VE METOT	39
3.1. Materyal	39
3.1.1. Kara kavak (<i>Populus nigra</i>).....	39
3.1.2. Doğu kayını (<i>Fagus orientalis L.</i>).....	39
3.1.3. Gürültü ölçüm ve kayıt cihazı.....	39

	Sayfa
3.1.4. Planya makinesi	40
3.1.5. İklimlendirme kabini	41
3.2. Deney Numunelerinin hazırlanması.....	41
3.3. Yöntem	41
3.3.1. Yoğunluğun belirlenmesi	41
3.3.2. Rutubet miktarının tayini	42
3.3.3. Gürültü seviyelerinin belirlenmesi.....	42
3.3.4. Verilerin analizi.....	44
4. BULGULAR VE VERİ ANALİZİ.....	49
4.1. Testlerde Kullanılan Malzemelere İlişkin Bazı Fiziksel Özellikler	49
4.1.1. Yoğunluk.....	49
4.1.2. Rutubet miktarı	49
4.2. Kavak ve Kayının İşlenmesinde; Ağaç Türü, Malzeme Genişliği ve Kesme Derinliğinin Gürültü Seviyesine Etkisi	50
4.2.1. Ağaç türünün gürültü seviyesine etkisi	51
4.2.2. Kesme derinliğinin gürültü seviyesine etkisi	52
4.2.3. Malzeme genişliğinin gürültü seviyesine etkisi	53
4.2.4. Ağaç türü ve kesme derinliğinin gürültü seviyesine etkisi	54
4.2.5. Ağaç türü ve malzeme genişliğinin gürültü seviyesine etkisi.....	55
4.2.6. Malzeme genişliği ve kesme derinliğinin gürültü seviyesine etkisi	56
4.2.7. Ağaç türü, malzeme genişliği ve kesme derinliğinin gürültü seviyesine etkisi	58
4.3. Kavağın İşlenmesinde, Kesme Derinliği ve Malzeme Genişliğinin Gürültü Seviyesine Etkisi	59
4.3.1. Malzeme genişliğinin gürültü seviyesine etkisi	60
4.3.2. Kesme derinliğinin gürültü seviyesine etkisi	61
4.3.3. Kesme derinliği ve malzeme genişliğinin gürültü seviyesine etkisi	62

	Sayfa
4.4. Kayının İşlenmesinde Kesme Derinliği ve Malzeme Genişliğinin Gürültü Seviyesine Etkisi	63
4.4.1. Kesme derinliğinin gürültü seviyesine etkisi	65
4.4.2. Malzeme genişliğinin gürültü seviyesine etkisi	66
4.4.3. Kesme derinliği ve malzeme genişliğinin gürültü seviyesine etkisi	67
5. SONUÇLAR, TARTIŞMA ve ÖNERİLER.....	69
KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ	76

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Farklı kaynaklara göre ses şiddeti değerleri	8
Çizelge 2.2. Ses güçleri ve ses gücü düzeyleri	13
Çizelge 2.3. Gürültünün algılanma şekli.....	14
Çizelge 2.4. Konumuna göre gürültü düzeyleri	15
Çizelge 2.5. Yapılarda Gürültü Kaynağı Olan Faaliyet Alanı ve Etkilenen İç Alanlar.....	16
Çizelge 2.6. İç Mekân Gürültü Düzeyi Sınır Değerleri	17
Çizelge 2.7. Pencere Durumuna Göre İçerdeki Düzeltme.....	18
Çizelge 2.8. Günün Saatlerine Göre Gerekli Düzeltme.....	18
Çizelge 2.9. Farklı kaynaklardan endüstriyel gürültü seviyeleri	18
Çizelge 2.10. Endüstriyel Tesisler İçin Çevresel Gürültü Sınır Değerleri.....	19
Çizelge 2.11. Frekans aralıklarına göre gürültü ağırlıkları	21
Çizelge 2.12. Gürültünün insan sağlığı üzerindeki etkileri.....	23
Çizelge 2.13. Seviyesine bağlı olarak insan sağlığına etkileri açısından gürültünün sınıflandırılması	25
Çizelge 3.1. Verilerin dağılımının normal dağılıma uygun olup olmadığının belirlenmesi amacıyla yapılan Kolmogorov Smirnov testi sonuç değerleri	46
Çizelge 3.2. Levene Testi analiz değerleri.....	47
Çizelge 4.1. Deneyde kullanılan ağaç malzemelerin hava kuru ve tam kuru yoğunluklarına ilişkin bazı istatistiksel değerler	49
Çizelge 4.2. Deneyde kullanılan ağaç malzemelerin rutubet miktarlarına ilişkin bazı istatistiksel değerler	49
Çizelge 4.3. Kavak ve kayının işlenmesinde ağaç türü, malzeme genişliği ve kesme derinliğine göre gürültü seviyesine ilişkin bazı istatistiksel değerler	50
Çizelge 4.4. Ağaç türü, malzeme genişliği ve kesme derinliği değişkenlerinin tekli veya grup etkileşimli olarak planya makinesinin gürültü seviyesi üzerinde etkili olup olmadığının belirlenmesine ilişkin varyans analizi	51
Çizelge 4.5. Ağaç türüne göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları.....	51

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.6. Kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları.....	52
Çizelge 4.7. Malzeme genişliğine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları.....	53
Çizelge 4.8. Ağaç türü ve kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları.....	54
Çizelge 4.9. Ağaç türü ve malzeme genişliğine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları.....	55
Çizelge 4.10. Malzeme genişliği ve kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları.....	57
Çizelge 4.11. Ağaç türü, malzeme genişliği ve kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları.....	58
Çizelge 4.12. Kavağın işlenmesinde kesme derinliği ve malzeme genişliğine göre gürültü seviyesine ilişkin bazı istatistiksel değerler.....	59
Çizelge 4.13. Kavağın işlenmesinde malzeme genişliği ve kesme derinliği değişkenlerinin tekli veya grup etkileşimli olarak gürültü seviyesi üzerinde etkili olup olmadığının belirlenmesine ilişkin varyans analizi.	60
Çizelge 4.14. Kavağın işlenmesinde malzeme genişliğine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları.....	60
Çizelge 4.15. Kavağın işlenmesinde kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları.....	61
Çizelge 4.16. Malzeme genişliği ve kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları.....	62
Çizelge 4.17. Kayının işlenmesinde kesme derinliği ve malzeme genişliğine bağlı gürültü seviyelerine ilişkin bazı istatistiksel değerler.....	64
Çizelge 4.18. Kayının işlenmesinde malzeme genişliği ve kesme derinliği değişkenlerinin tekli veya grup etkileşimli olarak gürültü seviyesi üzerinde etkili olup olmadığının belirlenmesine ilişkin varyans analizi.....	64
Çizelge 4.19. Kayının planya makinesinde işlenmesinde kesme derinliğine bağlı gürültü seviyesi değerleri ve homojenlik grupları.....	65
Çizelge 4.20. Kayının işlenmesinde malzeme genişliğine bağlı gürültü seviyesi değerleri ve homojenlik grupları.....	66
Çizelge 4.21. Kayının işlenmesinde kesme derinliği ve malzeme genişliğine bağlı gürültü seviyesi değerleri ve homojenlik grupları.....	67

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Ses dalgası ve salınımı.....	10
Şekil 2.2. Sesin genliği ve dalga boyu ilişkisi	11
Şekil 2.3. Ses dalgalarının emilmesi	12
Şekil 2. 4. Gürültü frekans ağırlıklamaları	20
Şekil 2.5. Eşgürlük Eğrileri.....	20
Şekil 2. 6. Zaman ağırlıklarına göre gürültü türleri	22
Şekil 2.7. Gürültü kontrolunda kontrol hiyerarşisi	29
Şekil 2 8. Planya makinesinin ön ve arka tablalarının kesici tarafı kenarlarında kanallı yapı	37
Şekil 2. 9. Planya makinesi kesici bloğunda bıçakların helisel olarak yapılandırılması ve parçalı kesici kullanımı.....	38
Şekil 3.1. Tüm gürültü test değerleri için Kolmogorov Smirnov testi.....	44
Şekil 3.2. Kavağın rendelenmesine ait gürültü test değerleri için Kolmogorov Smirnov testi.....	45
Şekil 3. 3. Kayının rendelenmesine ait gürültü test değerleri için Kolmogorov Smirnov testi.....	46
Şekil 4.1. Ağaç türüne göre gürültü seviyeleri	52
Şekil 4.2. Kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri.....	53
Şekil 4.3. Malzeme genişliğine göre gürültü seviyeleri.....	54
Şekil 4.4. Ağaç türü ve kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri.....	55
Şekil 4. 5. Ağaç türü ve malzeme genişliğine göre gürültü seviyeleri	56
Şekil 4.6. Malzeme genişliği ve kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri	57
Şekil 4.7. Ağaç türü, malzeme genişliği ve kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri	58
Şekil 4.8. Kavağın işlenmesinde malzeme genişliğine göre gürültü seviyeleri.....	61
Şekil 4.9. Kavağın işlenmesinde kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri	62

Şekil	Sayfa
Şekil 4.10. Kavağın işlenmesinde kesme derinliği ve malzeme genişliğine göre gürültü seviyeleri.....	63
Şekil 4.11. Kayının işlenmesinde kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri.....	65
Şekil 4.12. Kayının işlenmesinde malzeme genişliğine bağlı gürültü seviyeleri	66
Şekil 4.13. Kayının işlenmesinde kesme derinliği ve malzeme genişliğine bağlı gürültü seviyeleri.....	67

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Planya makinesinin yapısal elemanları.....	32
Resim 3.2. Planya bıçakları	34
Resim 3.3. Planya mili ve yan kesiti.....	34
Resim 3.4. Gürültü ölçüm ve kayıt cihazı.....	40
Resim 3. 5. Planya Makinesi.....	40
Resim 3.6. Planya makinesinde gürültü ölçümü.....	43

SİMGE VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
dB	Desibel
g	gram
r	Rutubet, %
V	Varyasyon katsayısı, (%)
X_{min}	En düşük değer
X_{max}	En yüksek değer
X_{ort}	Ortalama değer

Kısaltmalar	Açıklama
GS	Gürültü seviyesi
HG	Homojenlik grubu
HK	Hava kurusu yoğunluk
SS	Standart sapma
TK	Tam kuru yoğunluk

1. GİRİŞ

Türkiye mobilya sektöründe TÜİK verilerine göre 33.924 işyerinde ücretli çalışan sayısı 121 080 olarak gözükmekte, Sosyal Güvenlik Kurumu kayıtlarına göre 16.915 kayıtlı işyerinde 116.860 kişi sigortalı çalışan olarak görülmektedir (TOBB,2013). Türkiye Orman Ürünleri Sektöründe ise 24 457 işletmede 67 796 kişi çalışmaktadır (TOBB,2012). Bu verilere göre, Türkiye Orman Ürünleri Sektörü ve Mobilya Sektöründe çalışan sayısı yaklaşık olarak 185 000 kişiye ulaşmaktadır. Doğal olarak bu kadar kişi, diğer iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili diğer değişkenlerin etkisi yanı sıra, çalıştığı ortama göre değişen seviyelerde olmak üzere gürültünün de etkisi altında kalmaktadır.

Yüksek gürültü seviyelerinin insan üzerindeki olumsuz etkilerinin ortaya çıkması nedeniyle, maruz kalacağı gürültü seviyesine göre dayanabileceği maksimum süre sınırlıdır (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Çalışanların ses şiddetine göre maruz kalabilecekleri maksimum süreler (Kayılı, 1994)

Gürültü Seviyesi dB (A)	Maruz kalmabilecek süre	Gürültü Seviyesi dB(A)	Maruz kalmabilecek süre
80	16 saat	106	3,8 dk.
82	12 saat	109	1,9 dk
85	8 saat	112	57 sn
88	4 saat	115	28,8 sn
91	2 saat	118	14,4 sn
94	1 saat	121	7,2 sn
97	30 dk.	124	3,6 sn
100	15 dk	127	1,8 sn
103	7,5 dk	130	0,9 sn

Çizelgeden de görüleceği üzere, günlük mesai süresi olan 8 saatlik sürekli çalışma için gürültü seviyesinin en yüksek 85 dB (A) olması gerekmektedir. Gürültü seviyesinin 88 dB (A)'ya çıkması durumunda kişinin en fazla 4 saat sürekli olarak çalıştırılması gerekmektedir. Bu gerçekten hareketle 23/12/2003 tarih ve 25325 sayılı gürültü yönetmeliğine göre günlük gürültü etkileşim (maruziyet) sınır değeri 85 dB (A) ve haftalık

gürültü etkileşim sınır değeri 87 dB (A) olarak belirlenmiştir. Günlük etkileşim sınır değeri ile “anlık darbe gürültüsü de dahil olmak üzere günlük etkileşim düzeylerinin zaman ağırlıklı ortalaması” ve haftalık etkileşim sınır değeri ile de “günlük etkileşim düzeylerinin bir hafta için zaman ağırlıklı ortalaması” ifade edilmektedir (23/12/2003 tarih ve 25325 sayılı Güvenlik ve Sağlık İşaretleri Yönetmeliği).

Çalışanların yukarıda belirtilen çalışma zamanına bağlı gürültü seviyelerinden daha yüksek gürültü seviyesine sahip çalışma ortamlarında daha uzun süreli ve sürekli çalıştırılmaları durumunda başta işitme kayıpları olmak üzere çeşitli sağlık sorunları baş göstermektedir. Örneğin; 4 Güneydoğu Asya Ülkesinde ahşap mobilya endüstrisinde faaliyet gösteren 120 işletmede yapılan sürekli eşik aşımına neden olan gürültü seviyesi ile ilgili odiyometrik test sonuçlarına göre 30-40 dB aralığında sürekli eşik aşımının olduğu ortamda çalışan % 25,8'lik işçi grubunda hafif işitme kaybı görülürken 41 dB'in üzerinde sürekli eşik aşımının olduğu ortamlarda çalışan %8,9'luk işçi grubunda önemli işitme kayıpları ortaya çıkmıştır. 30 dB'in altında sürekli eşik aşımının olduğu ortamlarda çalışan % 65'lik işçi grubunda ise herhangi bir işitme kaybına rastlanmamıştır (Çizelge 1.2). Fairfax (1996) ve Kokkola and Sorainen (2000)'in çalışmalarında da benzer sonuçlara rastlanmıştır (Ratnasingam, Natthondan, Loras ve McNulty, 2010).

Çizelge 1. 2. Güneydoğu Asya ahşap mobilya endüstrisinde faaliyet gösteren 120 fabrikada sürekli eşik aşımına neden olan gürültü seviyeleri ve çalışanların işitme kayıpları (Ratnasingam, Natthondan, Loras ve McNulty, 2010).

Çalışanların Yüzdesi	Sürekli Eşik Aşımına neden olunan Gürültü Seviyesi (dB)	Çalışma Yılı	İşitme Kaybı
8,9	≥41	≥11	Önemli
25,8	30-40	3-10	Hafif
65,3	≤29	≤9	Önemsiz

Ahşap malzemelerin planya makinesinde işlenmesi anında ortaya çıkan gürültünün kaynakları diğer makinelerin gürültü kaynaklarına benzerdir ve bu kaynaklar aşağıda sıralanmıştır (Stewart, 1972).

- Rendelenmekte olan parçanın yüksek vibrasyon seviyesinden kaynaklanan gürültü. Vibrasyon, kesici bloğunun periyodik olarak parça yüzeyine çarpmasından oluşur.
- Rendelenmekte olan parçada kesici etkileşimi ile oluşan vibrasyon enerjisinin parça ile temas halindeki makine elemanlarına aktarılması ile ortaya çıkan gürültü. Bu

gürültünün radyasyon ve frekans seviyesi iş parçasından makine elemanlarına aktarılan enerji yanında planyanın yapısal geometrisine de bağlıdır.

- Kesici bloğunun hava ile etkileşiminden kaynaklanan sesin makinenin sabit yüzeylerine çarpması ile oluşan dönüsel gürültü. Bu gürültü makinenin boştaki gürültü seviyesini verir ve "siren gürültüsü" olarak adlandırılır.
- Makine motoru aracılığı ile üretilen gürültü. Bu gürültünün seviyesi makinenin boştaki gürültüsünün çoğunluğunu oluşturur (Özellikle yüksek frekans motorlarında)
- Talaş/toz toplama sistemi aracılığı ile üretilen gürültü. Bu gürültü, kesim esnasında oluşan talaşların toplama kanallarının yüzeylerine çarpmasından, boşluk rezonansından ve makineden direkt olarak aktarılan vibrasyondan ortaya çıkar.
- Yataklar gibi diğer titreşim halindeki yüzeylerden üretilen gürültü. Bu gürültü önce makine gövdesine, kesici bloğu aracılığı ile de tüm makine elemanlarına aktarılır.
- Kayış kasnak sistemlerinin hareketinden doğan gürültü

Ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin ve bu malzemelerden üretilmiş ürünlere ait parçaların işlenmesinde makine türü ve bu makinelerde yapılan işlemler kadar işleme giren malzemelerin türü ve özellikleri, iş parçalarının özellikleri, işleme özellikleri ve makine ve kesicisi ile ilgili özellikler de gürültü seviyesi üzerinde etkili olmaktadır (Stewart, 1972, Works Design Group-New Zealand, 1989). Bu değişkenlerin gürültü seviyesine olan etkileri Çizelge 1.3'te belirtilmiştir.

Çizelge 1. 3. Ahşap malzemenin makinelerde işlenmesinde işleme değişkenlerinin gürültü seviyesine etkisi (HSE,2015)

Değişken	İlgili faktör	Etki
Kereste	Ağaç türü	Sert ağaçlar daha fazla gürültüye ve gürültü aktarımına neden olur (şerit testere makinesinde aynı ölçülerde meşe ve çam keserken 2 dB'lik fark oluşur)
	Genişlik	Geniş parçalar gürültüyü daha geniş bir alana yayarlar (parça genişliğinin 100mm'den 200mm'ye çıkarılması 2dB'lik artışa neden olur.
	Kalınlık	İnce parçalar daha çok titreşir. 20mm'nin altındaki rendelemelerde gürültü seviyesi önemli derecede artar.
	uzunluk	Uzun parçalar gürültüyü kesim alanından operatöre doğru daha fazla aktarır.
	Rutubet miktarı	Kuru ahşap malzeme gevrekler ve gürültüyü daha iyi iletir.
Makine Elemanları	Kesici Genişliği	Helisel veya parçalı kesiciler kullanılmadıkça, tüm kesici ağzının aynı anda kesime katılması gürültü seviyesini artırır.
	Kesici keskinliği	Kör ve aşınmış bıçaklar kereste yüzeyine daha fazla kuvvet aktarırlar ve daha fazla gürültüye neden olurlar.
	Kesici taşkınlığı (projeksiyonu)	Kesici çıkıntısının artması dönü esnasında tuzaklanan hava miktarını arttırdığından açığa çıkan gürültü artar (1,5 mm'nin üzerinde her bir mm artış için 2-3 dB artış olur) .
	Kesici hızı	Kesici hızı arttıkça gürültü artar (20-35 m/s'lik çevresel hız aralığında her bir m/s'lik değişimde 1 dB'e yakın gürültü artışı olur.
	Denge	Dengesiz dönen kesici yatakları aşırı titreşim yarattığından kesim şartlarını değiştirir ve gürültüyü artırır.
Makine ayarları	Parça baskısı	Kesme anında iş parçasına yetersiz ve dengesiz baskı daha fazla gürültü yaratır
	Hareket silindirleri	İtme ve çekme silindirleri ve talaş kırıcılar gibi parça hareketini sağlayan elemanların kesim hattından uzak olması ve iyi dengelenmemiş olmaları gürültü seviyesini artırır.
Tahliye (talaş)	Hava hızı/ Sistem tasarımı	Türbülanslı hava akımının olduğu bir tahliye sisteminde, kesimle ortaya çıkan talaşlar sönümlemesiz olarak kanal çeperlerine daha çok çarpar ve gürültü artışına neden olur.
Bakım	Kayış-kasnak sistemleri Yataklar Yağlama sistemleri Bağlantılar Kesiciler	Kayış kasnak sisteminin dengesiz çalışması, yatakların aşınması ve salınım yapması, yetersiz yağlama, bağlantıların gevşemesi ve kesicilerin körelmesi gürültü artışına neden olur.

Kayın, kavak ve MDF malzemelerin yatay freze makinesinde işlenmesinde malzeme çeşidi, malzeme kalınlıkları, bıçak sayısı ve kesme derinliği değişkenleri tekli olarak ve istisnai durumlar hariç grup halinde gürültü seviyesi üzerinde etkili bulunmuştur (Durcan, 2014).

Kavakta tüm değişkenler esas alındığında en yüksek gürültü seviyesi (94,54dBA) 30mm kalınlığındaki malzemenin tek bıçakla 3mm kesme derinliğinde işlenirken ortaya çıkarken bunu aralarındaki fark önemsiz olarak 30 mm kalınlığındaki malzemenin 4 bıçakla 3mm kesme derinliğinde ve 1 bıçakla 2mm kesme derinliğinde işlenmesi süreçleri (94,54 ve

94,60 dBA takip etmektedir. En düşük gürültü seviyesi (82,75 dBA) ise 6 mm kalınlıklı malzemenin 4 bıçakla 1 mm kesme derinliğinde işlenmesi sürecinde görülmektedir. Ayrıca, işlenen kavak malzemenin kalınlığı arttıkça gürültü seviyesi artmakta (6mm kalınlıkta 84,48dBA'dan 30 mm kalınlıkta 92,39 dBA'ya) 4 bıçakla işlemeye kıyasla 1 bıçakla işlemede daha yüksek gürültü ortaya çıkmakta (87,46 ve 89,16 dBA) ve kesme derinliği arttıkça gürültü artmaktadır (1, 2 ve 3mm kesme derinliği için 85,36; 88,63 ve 90,94 dBA) (Durcan, 2014).

Kayında tüm değişkenler esas alındığında en yüksek gürültü seviyesi (95,11 ve 94,56 dBA) aralarındaki fark önemsiz olmak üzere 30mm ve 25 mm kalınlıklardaki malzemelerin tek bıçakla 3mm kesme derinliğinde işlenmesinde ortaya çıkarken bunu 30 mm kalınlıktaki malzemenin 4 bıçakla 3mm kesme derinliğinde işlenmesi (93,54 dBA) ve 18 mm kalınlıktaki malzemenin 1 bıçakla 3mm kesme derinliğinde işlenmesi süreçleri (92,71 dBA) takip etmektedir. En düşük gürültü seviyesi (79,74 dBA) ise 6 mm kalınlıklı malzemenin 4 bıçakla 1 mm kesme derinliğinde işlenmesi sürecinde görülmektedir. Kayının kalınlığı arttıkça gürültü seviyesi artmakta (6mm kalınlıkta 83,04 dBA'dan 30 mm kalınlıkta 91,53 dBA'ya), 4 bıçakla işlemeye kıyasla 1 bıçakla işlemede daha yüksek gürültü ortaya çıkmakta (86,86 ve 88,32 dBA) ve kesme derinliği arttıkça gürültünün artmaktadır (1, 2 ve 3mm kesme derinliği için 83,57; 88,54 ve 90,67 dBA) (Durcan, 2014).

MDF'de tüm değişkenler esas alındığında en yüksek gürültü seviyesi (93,71 dBA) 30mm kalınlıktaki malzemenin tek bıçakla 3mm kesme derinliğinde işlenmesinde ortaya çıkarken bunu 25 mm kalınlıktaki malzemenin 1 bıçakla 3mm kesme derinliğinde işlenmesi (92,86 dBA) ve 30 mm kalınlıktaki malzemenin 4 bıçakla 3mm kesme derinliğinde işlenmesi süreçleri (91,88 dBA) takip etmektedir. En düşük gürültü seviyesi aralarındaki fark önemsiz olarak (78,14 ve 78,62 dBA) ise 6 mm kalınlıklı malzemenin 1 ve 4 bıçakla 1 mm kesme derinliğinde işlenmesi sürecinde görülmektedir. MDF malzemenin kalınlığı arttıkça gürültü seviyesi artmakta (6mm kalınlıkta 82,16 dBA'dan 30 mm kalınlıkta 90,72 dBA'ya) 4 bıçakla işlemeye kıyasla 1 bıçakla işlemede daha yüksek gürültü ortaya çıkmakta (85,75 ve 87,20 dBA) ve kesme derinliği arttıkça gürültü de artmaktadır (1, 2 ve 3mm kesme derinliği için 83,85; 86,37 ve 89,20 dBA) (Durcan, 2014).

Ağaç işleri endüstrisinde çok farklı formlarda, özelliklerde ve ölçülerde ahşap ürün üretimi yapılmaktadır. Ürün özelliklerinin değişmesi makinelerde işlenen ürün parçalarının da malzeme ve ölçü açısından farklılaşmasını gerektirmektedir. Bu durumda, makinelerde çalışan işçilerin etkileştiği gürültü seviyesi de farklılaşmaktadır. Herhangi bir parça türünün işlenmesinde çalışanın gürültü etkileşimi limitlerin altında iken başka bir parça türünde limitlerin üzerine çıkmaktadır. Çalışma ortamında gürültü seviyesinin limitlerin üzerine çıkması ile çalışma zamanının da azaltılması gerektiğinden gerekli tedbirlerin alınabilmesi açısından farklı değişkenlere göre gürültü seviyelerinin bilinmesi önem arz etmektedir. Bu çalışma bu gereklilikten temel almıştır. Çalışmada, ağaç türü, kesme derinliği ve malzeme genişliğinin planya makinesinde çalışma anında ortaya çıkan gürültü seviyesine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Ses ve İlişkili Kavramlar

Maddesel görüşe göre, işitme sınırları dışında da ses, her zaman için evrende var olan, ancak şiddet ve frekansı çeşitli malzemelere çarparak yansıma veya yutulma yoluyla değişim gösteren, fiziksel ve fizyolojik bir kavramdır. Sesi tanımlanabilir kılan özellikler; sesin yayılma hızı, frekansı, dalga boyu ve şiddetidir. Sesin yayılma hızı (m/sn), çeşitli ortamlarda molekül düzenlerinin farklı olmasından ötürü, malzemenin elastiklik modülüne (kg/cm^2) ve birim ağırlığına (gr/cm^3) bağlı olarak değişim göstermektedir. Ayrıca ortamın sıcaklığı da sesin yayılma hızı üzerinde etkili olmaktadır (Erol, 2006).

Ses, hareket halindeki bir cisimden oluşarak titreşime dönüşmüş molekül hareketlerinin belli bir şiddet ve frekans sınırları içerisinde belirginleşen ve kulağımıza işitme hissi doğuran küresel bir dalga hareketidir (Erol, 2006).

Başka bir tanıma göre de, ses, insan kulağında işitsel duyulanma uyandıran maddesel ortamdaki basınç değişimleri olarak tanımlanır (Karabiber, 1992).

Kulak, akustik enformasyon açısından sinyali alan, çeviren ve beyine ileten bir ara elamandır. Kulak, anatomik ve fonksiyonel olarak üç kısma ayrılır. Bunlar; dış, orta ve iç kulaktır. Bu üç kısım da, farklı bölümlerden oluşur. Dışarıdan gelen ses dalgaları, dış kulak tarafından toplanır ve kulak kanalından geçerek kulak zarına ulaşır. Gelen ses dalgaları, dalgaların yoğunluğuna ve frekansına bağlı olarak kulak zarını titreştirir. Kulak kepçesinin ve yolunun rezonans (titreşim) etkisi, sesin kulak zarına gelinceye kadar ses şiddeti düzeyini 10-15 dB kadar artırır. Kulak zarı aracılığı ile gelen ses, orta kulakta üç kemik vasıtasıyla (çekiç, örs, üzengi) oval pencereye gönderilir. Kulak kemikleri, kulak zarından gelen sesin yoğunluğunu, oval pencereye vardığında 22 kat artırmış olur. Hem dış, hem de iç kulak hava ile doludur. Östaki borusu, yutak ile bağlanarak, orta kulaktaki hava basıncının dış basınca eşit olmasını sağlar. Bununla birlikte, iç kulak su gibi bir akışkanla (endolymph) doludur ve basınç ayarlamasına gereksinim duymaz. Ses algılanırken iki büyüklük önemlidir. Ses dalgalarının genişliği ve frekansıdır. Ses dalgalarının frekansı sesi ince veya kalın duymamızı sağlar (Aygör, 2015).

Bir partikülün bir saniyedeki yer değiştirme ve salınımına frekans denir.. Buradan hareketle ses dalgalarının bir saniyedeki titreşim sayısına "sesin frekansı" denir. Frekans "f" harfi ile gösterilir ve birimi Hz (Hertz)'dir. Frekansı yaklaşık olarak 16 ile 16.000 Hz arasında olan titreşimler insanda işitsel duyulanmayı doğurur. Frekansı 16 Hz'in altındaki titreşimlere ses altı (İnfrasonik), 16 000 Hz üstü olanlara ise ses üstü (Ultrasonik) titreşimler denir (Erol, 2006).

Sesin ton kalitesi veya ses rengi (timbre), sesin yumuşak veya sert olduğunu gösteren bir terimdir. Sesin şiddeti ise, kulak kepçesine ulaşan sesin şiddetini tanımlamakta ve "Desibel (dB)" olarak ölçülür. Sesin şiddeti "Genlik" olarak da tanımlanmaktadır. Sesin şiddetindeki değişim doğrusal değil logaritmiktir. Desibel çizelgesinde 0 değeri sağlıklı insan kulağının işitebileceği en düşük ses seviyesini tanımlamaktadır. 10 desibel 1 desibel sesin on katı şiddette bir değerdir. 20 desibel ise 100 katı şiddettedir. 40 desibellik bir değer ise 10 000 kat bir değerdir. Kulak 0-140 dB arası sesleri algılamaktadır. 120 dB değerinde, kulakta rahatsızlık olur, 125-130 dB arası sesler kulakta belirgin ağrı nedenidir. 140 dB değerinde ise, kulak zarı yırtılması gibi etkiler ortaya çıkabilmektedir. Bu kulakta kalıcı zararların ortaya çıkması anlamına gelmektedir. Delici çekiçler 110 dB, öğütme atelyeleri 110 dB, havalı çekiçler ise 130 dB'lik bir gürültü nedenidir. Gece kulüplerinde ve rock müzik konserlerindeki ses genellikle 110 desibel civarında kalmaktadır. Uzun süreli olarak bu seslerin etkisi altında bulunma kalıcı sağırılıklara neden olabilmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1994). Farklı kaynaklardan yayılan sesin şiddetine ilişkin bazı örnekler Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Farklı kaynaklara göre ses şiddeti değerleri (Çalışkan, 2009)

Tanım	Lw (dB)	Tanım	Lp (dB)
Satürn roketi	195	Top atışları, topçu konumu	140
Turbojet uçak motoru	160	50 BG'ne sahip siren, açık havada 30 m uzakta	130
75 çalgılı senfoni orkestrası	130	Uçak kalkışı, açık havada 60 m uzakta	125
100 BG, 2600 dev/dak hızında elektrik motoru	105	Perçinleme makinesi, operatörün kulak konumunda	110
Otoyolda hızla seyreden otomobil	100	Tekstil endüstrisi dokuma salonu, tezgahların arasında operatör kulak konumunda	100
Bağırma	90	Metro treni, 6 m uzakta	90
Elektrik süpürgesi	85	80 km/h hızla seyreden spor arabasının içinde	80
Normal sesle konuşma	70	Elektrik süpürgesi, kapalı odada 3 m uzakta	70
Fısıltı	30	Süpermarket, lokanta vb iç mekanlar	60
		Şehir dışında trafiğe uzak ev odaları, arka plan gürültüsü	40
		Film ve kayıt stüdyoları, arka plan gürültüsü	20

Hava doğuşlu seste, iletilen dalğanın büyüklüğü önem kazanır. Bu büyüklüğün bulunmasında genel olarak ses geçiş katsayısı ve ses geçiş kaybından (TL veya R) yararlanır. Frekanslarda, malzemenin farklı özellikleri etkin olduğu için, analizlerde kullanılan yöntemler frekansla bağlantılı olarak değişir (Demirkale, 2008).

Ses titreşimlerinin hava basıncı üzerindeki değişimleri, ses basıncını yani akustik basıncı oluşturmaktadır. Bir ses kaynağının yakınındaki bir gözlem noktasında, ses dalgalarının geçişinden önce, hava basıncına (P) eşit olan, durağan bir basınç vardır. Ses dalgaları, gözlem noktasından geçerken, yol açtıkları ilave basınç (akustik basınç) pascal (Pa) ya da mikro bar (μbar) olarak ölçülür (Erol, 2006).

Titreşen bir taneciğin, maksimum ayrılmasına, titreşimin genliği denir. Uygulamalı alanda, havada doğan ses dalgalarının genlikleri çok küçüktür. İnsan kulağının algılayabildiği en hafif sesin genliği $0,1 \mu\text{m}$ 'dir. Genliğin üst sınırı olan $100 \mu\text{m}$ ise, kulağın zarar görme sınırındır (Erol, 2006).

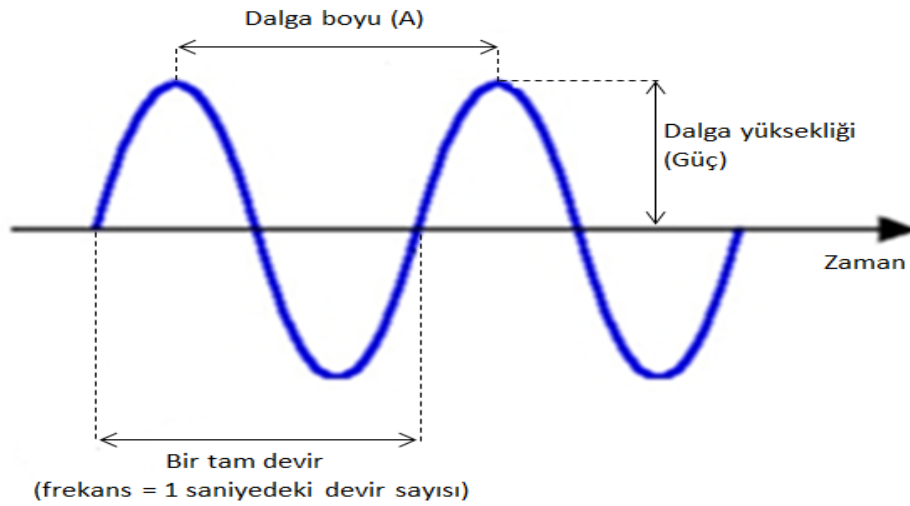
Titreşen bir taneciğin, maksimum ayrılmasına, titreşimin genliği denir. Uygulamalı alanda, havada doğan ses dalgalarının genlikleri çok küçüktür. İnsan kulağının algılayabildiği en hafif sesin genliği $0,1 \mu\text{m}$ 'dir. Genliğin üst sınırı olan $100 \mu\text{m}$ ise, kulağın zarar görme sınırındır (Erol, 2006).

Ses, dalgasal bir yapıya sahip olduğu için temel olarak dalga hareketine özgü bir harekete sahiptir. Bu harekette sesin kırılması, saçılması, yansıması ve emilmesi olayları ön plana çıkmaktadır.

Sesin kırılması, ses dalgalarının izotrop olmayan bir ortamda, yani özellikleri doğrultuya göre değişen bir ortamda, hız değişimleri sonucu, ya da bir ortamdan başka bir ortama geçmeleri sonucu, doğrultu değiştirmeleri olayıdır (Sirel, 1974).

Kırılma, ses dalgalarının, köşeler, kolonlar, duvarlar, kirişler gibi engellerde bükülerek uzaklaşması ya da saçılmasıdır. Küçük, homojen, düzgün hacme sahip yansıtıcı yüzeyler, istenmeyen kırılma etkileri yaratabilir (Erol, 2006). Dolayısıyla saçılma, sesin bir tür kırılma ya da yayılma hareketi yaptığını göstermektedir.

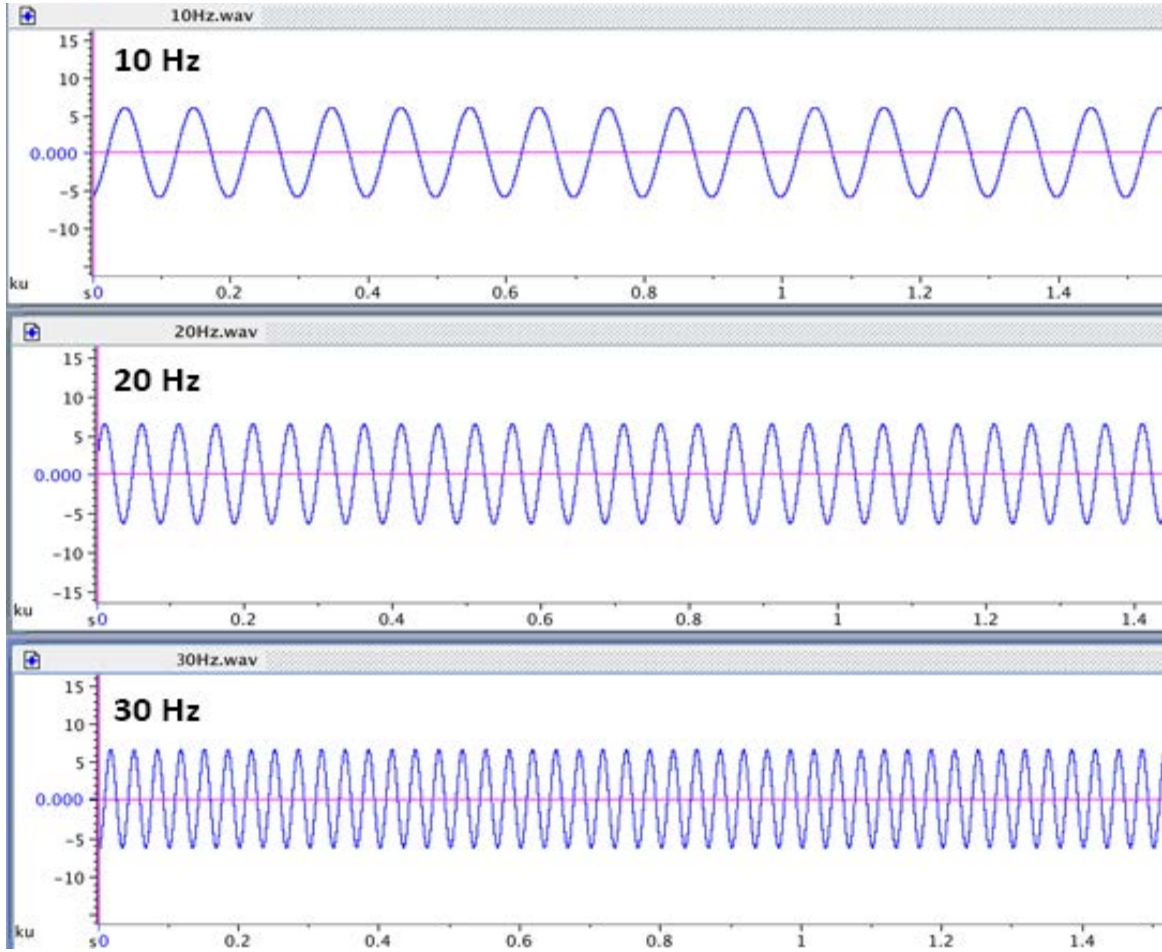
Kapalı ortamlarda kaynağından çıkan ses enerjisi su dalgalarının yayılımına benzer şekilde havada ilerlemeye devam eder. Su dalgaları gözle görülebilir fakat ses dalgalarını gözle görmek mümkün değildir. Sesin yayılabilmesi için katı, sıvı ve gaz halinde maddesel bir ortam gereklidir. Hava da maddesel bir ortam olduğu için kaynağından çıkan sesi kulaklarımızla duymamız mümkündür. Bu ses dalgaları, mekanın paralel yüzeyleri arasında gidip gelirler. Akustik mekan uygulamalarında en iyi akustik sonucu almak için halı, yumuşak döşemelik malzemeyle kaplı yüzeyler ve perde gibi özel ses yutucu malzemeler kullanılmalı, aynı zamanda da mekan duvar ve tavanlarına sesi hem dağıtacak hem de yutuculuk sağlayacak şekilde düzensiz yüzeyler kullanılmalıdır. Ses yutucu malzeme tercihinde dikkat edilmesi gereken şey malzemenin yapısıdır. Her malzemede ses yutma miktarı aynı olmaz. Sert yüzeyli malzemelerde üzerine çarpan ses dalgalarının az miktarı yutulurken, gözenekli veya lifli malzemeler üzerine çarpan sesin büyük bir miktarı yutulur (Peker, 2012). Ses dalgası ve salınımı Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1. Ses dalgası ve salınımı (Karayel, 2013)

Şekil 2.1’de görüldüğü gibi, ses dalgaları dalga boyu ve yüksekliği ile karakterizedir. Sesin yansımaları çoğu zaman ışığın yansımalarına benzetilir. Yansıma, düzgün ya da dağınık olur. Yansıtıcı yüzeyin girinti ve çıkıntıları, pürüzleri, pütürleri, yani düzensizlikleri yüzeye gelen ışınımın dalga boyundan küçükse yansıma düzgün olur. Yansıtıcı yüzeyin düzensizliklerin boyutları yüzeye gelen ışınımın dalga boyu ölçülerinde ya da daha büyükse yansıma dağınık olur. Dağınık yansımada, yansıyan ışınım gelen ışınımın doğrultusuyla bazen az ilgili bazen de hiç ilgili olmayan birçok doğrultulara dağılır (Sirel, 1974).

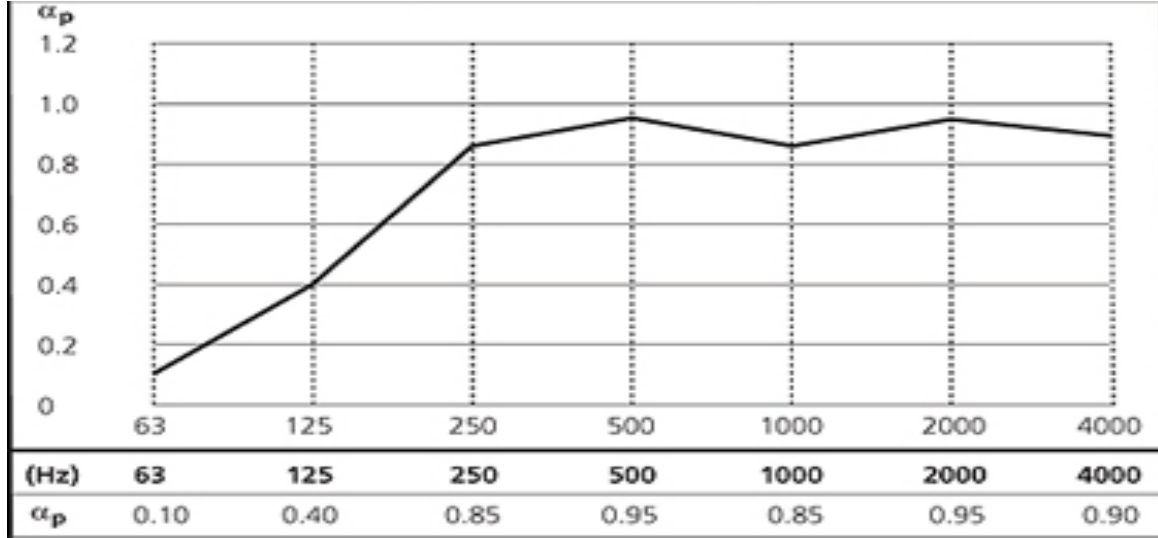
Yansımış ses her yansımada enerjisinin bir kısmını kaybeder, böylece yansımış ses gittikçe azalır ve kaybolur. Ses kaynağının yaydığı enerji duvarlar tarafından emilen enerjiye eşit olduğunda sürekli şartlar elde edilir. Beklentilere bağlı olarak, sesin artışında olduğu gibi bazen de kaynak sustuğunda bütün ses enerjisinin tamamıyla emilmesi istenir. Ses kaynağı durdurulduğunda ilk olarak direkt ses enerjisi düşer sonra da onu yansımış enerjileri takip eder (Şanlı, 2015). Sesin genliği ile dalga boyu ilişkisi Şekil 2.2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Sesin genliği ve dalga boyu ilişkisi (Infrasound, 2015)

Şekil 2.2’de görüldüğü gibi, genlik arttıkça dalga boyu düşmektedir. Sesin emilmesi, ses enerjisinin başka bir enerji türü ya da ses dışı titreşimlere dönüşmesi olarak tanımlanır. En rastlanan durum ses enerjisinin emilerek ısı enerjisine veya titreşerek hareket enerjisine dönüşmesidir. Gerçekte hiçbir malzemenin tam bir katı yüzeye sahipmiş gibi görülmemesi gerekmektedir. Ses yüzeyden tam bir yansıma gerçekleştirmez ve sesin bir miktarı malzemenin oluşum niteliğine göre emilme suretiyle kaybolur. Yüzeyin emilme katsayısı yansımayan sesin gelen sese oranı olarak kabul edilir. Emilme katsayısı α ile simgelenir (Erol, 2006).

Bir yüzeyin akustik emme katsayısı, o anda yüzeye giren ses enerjisinin ani ses enerjisi miktarına oranıdır. Sabin, eşdeğer emme birimidir ve yüzeyin bir foot karesinin bütün sesi emmesi durumunda eşdeğer emmeye eşittir. Bir salonda sesin ilk şiddetinin milyonda birine düşmesi için geçecek zaman eşitliğinden hesaplanır (Şanlı, 2015). Sesin emilmesinde absorpsiyon katsayısı değişimi Şekil 2.3'teki gibidir.



Şekil 2.3. Ses dalgalarının emilmesi (Eft Yapı Endüstri, 2015)

Akustik biliminin temel konusu olmasına karşın ses; öznel olarak da algılanabilen, fiziksel fakat aynı zamanda bu fiziksellekle çelişen ölçüde de psikolojik bir olgudur. Sesin algılanmasında sorunun tipi, sese olan yaklaşımı belirler. Eğer, sorun sesin 'gürültü' olarak algılanıp rahatsız edici etkisini değerlendirmekse bu, psikoakustik kapsamına girer, çünkü sesi gürültü olarak algılayan insandır. Ancak sesin insan algılaması dışındaki özelliklerinin incelendiği durumda ise sorun fizikseldir (Yavuz, 2007). İnsan kulağının işitebildiği ses türlerine göre seslerin desibel ve güç düzeyleri Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Ses güçleri ve ses gücü düzeyleri (Karabiber, 1992)

Güç (Watt)	Güç Düzeyi (dB re 10 ⁻¹² W)	
100 000 000	200-	Uzay roketi (50 000 000W)
1 000 000	180-	
10 000	160-	Jet uçağı (50000W)
100	140-	
100	160-	Büyük orkestra (10W)
1	120-	(1W)
0.01	100-	Bağırarak konuşma (0,001W)
0.000 1	80-	
0.000 001	60-	Normal konuşma (20 x 10 ⁻⁴ W)
0.000 000 01	40-	
0.000 000 000 1	20-	Fısıltı (20 x 10 ⁻⁹ W)
0.000 000 000 001	0-	

2.2. Gürültü

2.2.1. Gürültünün tanımı

İnsan ve toplum üzerinde olumsuz etki yapan ve istenmeyen seslere gürültü denmektedir. Belirgin bir yapısı olmayan, içerdiği öğelerle kişiyi bedensel veya psikolojik olarak etkileyebilen ses düzeni olarak ta tanımlanmaktadır. Fazla gürültülü ortamda bulunma iç kulaktan başlayarak önemli işitme kayıplarına neden olmaktadır. Ayrıca uyku bozuklukları, uyuyamama, stres, iş yapabilme yeteneğinde azalmaya da yol açar. Gürültünün fiziksel, fizyolojik, psikolojik ve iş yapabilme yeteneğindeki olumsuz etkilerini önleyecek koruyucu uygulamalara ağırlık verilmelidir (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

Ansiklopedik tanım olarak gürültü, akustikte, dinlenmekte olan seslere karışan, istenmeyen herhangi bir ses olarak tanımlanır. Radyo ile yapılan iletişimdeki gürültüye parazit denmektedir. Televizyonda bunun karşılığı karlanmadır. Gürültüde birbiri ile uyumlu olmayan değişik frekanslı çok sayıdaki titreşimin birbiri üstüne gelmesi nedeniyle müzikten ayrılır. Bilgi iletimi sırasında dış ortamdan gelen ve bilgi kullanımıyla ilgili olarak göz önüne alınması gereken anlamsız simgeleri tanımlamaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

Yapılan çalışmalar bazı belirli karakteristik özelliklere sahip seslerin insanlar tarafından gürültü olarak hissedildiğini ortaya çıkarmıştır. Örneğin ses dar bant aralığında sıkışmışsa,

bu ses aynı enerjideki daha geniş banta yayılan sestem daha gürültülü olarak algılanmaktadır. Başka bir örnek ise sesin yükselme periyodu ile ilgili. Aynı enerjideki iki sestem hızlı yükselen ses daha gürültülü olarak algılanır. Düzensiz, değişken bir ses kararlı bir sese göre daha gürültülü olarak algılanabilmektedir (ÇOB, 2011).

Gürültünün ölçülmesindeki ana amaç, bir iş yerindeki gürültü düzeylerinin istenilen sınırlar içerisinde olup olmadığının kontrol edilmesidir. Bu amaca etkili şekilde ulaşabilmek için ölçümlerin frekans analizi ile birlikte gürültü kaynağından farklı mesafelerde yapılması gerekir. Zira, gürültünün çalışanlara etkisi gürültü kaynağı ile alıcı arasındaki yayılma alanına bağlı olmaktadır. Bu ara arttıkça gürültüyü oluşturan ses dalgaları hızla zayıfladığından gürültü düzeyi düşmektedir (Esen, 2010).

Gürültü seviyesindeki artışa bağlı olarak kişilerin tepkileri farklılaşabilmektedir. Örneğin; gürültü seviyesindeki 3dB'e kadar olan artışlar fark edilmez iken şikâyet sınırı 5dB farklılaşmada başlamaktadır. 10dB'lik artıştan sonra geniş çaplı şikâyetler başlamaktadır (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. Gürültünün algılanma şekli (ÇOB, 2011)

Seviyedeki Artış (dB)	Değişimin Toptum Tarafından Algılanması	Gürültünün Etkisi
0	Fark edilmez	Yok
3	Değişim Ancak Fark Edilebilir	Çok Az
3-5	Değişim Kolayca Fark edilebilir	Az
5-7	Aralıklı Şikâyetler Görülebilir	Orta Seviyede
7	Rahatsız Olunur	Orta Seviyede
7-10	Aralıklı Şikâyetler	Yüksek
10-15	Geniş çaplı Şikâyetler	Çok Yüksek
15-20	Grup Reaksiyonları Görülebilir	Çok Yüksek

Gürültü seviyeleri gürültü kaynağının yer ve konumuna göre değişebilmektedir (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4. Konumuna göre gürültü düzeyleri (Ulucan ve Zeyrek, 2012)

Gürültü Seviyesi	Yer ve Konum
0 dB	İşitme eşiği
20 dB	Sessiz bir orman
30 dB	Fısıltı ile konuşma
40 dB	Sessiz bir oda
50-55 dB	Şehirde bir büro
60 dB	Karşılıklı konuşma
70 dB	Dikey matkap
80 dB	Yüksek sele konuşma
90 dB	Kuvvetlice bağırma
100 dB	Dokuma salonları
110 dB	Havalı çekiç, ağaç işleri
120 dB	Bilyeli değirmen
130 dB	Uçakların yanı
140 dB	Ağrı eşiği

2.2.2. Gürültünün kaynakları

Akustik kirlilik oluşturan gürültüler; kaynak ve alıcıların bir çevredeki konumuna ve yayılma yollarına bağlı olarak üç grupta incelenebilir (ÇOB, 2011):

Açık alanda mevcut olan (Çevresel) gürültü kaynakları

Yapıların dışında yer alan kaynaklardan üretilen ve gerek yapı içindeki hacimleri ve gerekse yapı dışındaki açık alanları kullanan kişileri etkileyen gürültülerdir. Bunlar da şu şekilde gruplandırılabilir:

- Ulaşım gürültüleri (Karayolu, denizyolu, demiryolu, uçak ve havaalanı gürültüleri)
- Endüstri gürültüleri (endüstriye ait araç, gereç ve makineler ile işyerlerindeki çeşitli faaliyetlerden doğan gürültüler)
- Yapım (şantiye) gürültüleri (yol ve bina yapım işlerinin ve yapım makinelerinin gürültüleri)
- İnsan etkinliklerine ilişkin gürültüler (yüksek sesle konuşma, bağırma, çocuk sesleri, spor alanları, atış alanları, radyo TV ve müzik sesleri vb)
- Eğlence ve ticari amaçlı gürültüler (açık hava sinemaları, eğlence yerleri, yükseltilmiş reklamlar, satıcı sesleri, kaset ve plakçıkların müzik sesleri gibi)

Yapı içi gürültü kaynakları

Yapıların içinde yer alan kaynaklardan (konuşma, yürüme, yükseltilmiş müzik, kapı çarpması, darbe, sürtünme, makine vb.) doğan seslerdir. Yapı tiplerine göre gürültü kaynağı olan faaliyet alanları ve etkilenen iç alanlar Çizelge 2.5’te verilmiştir.

Çizelge 2.5. Yapılarda Gürültü Kaynağı Olan Faaliyet Alanı ve Etkilenen İç Alanlar (Gürültüye Duyarlı Faaliyet Alanı)

Yapı Tipleri	Gürültüye Duyarlı Faaliyet Alanı	Gürültü Kaynağı Olan Faaliyet Alanı
Konutlar	Yatak odaları, oturma, yemek, çalışma, müzik odaları, doktor evlerinde muayene ve bakım odaları, dinlenme terasları ve avlular.	Sirkülasyon ve tesisat alanları, otoparklar, garajlar, çamaşırlık, asansörler, hidrofor, merdivenler, ev atölyeleri, müzik çalışma odaları, çocuk bahçeleri, spor alanları.
Okullar	Sınıflar, okuma odaları, konferans salonları, idari mekanlar, revir ve bakım odaları, laboratuvarlar, ana okullarında uyuma mekanları.	Avlular ve oyun yerleri, spor salonları, atölyeler, müzik stüdyoları, mutfak ve tesisat alanları, otoparklar ve garajlar.
Hastaneler	Hasta yatak odaları, bekleme alanları, ameliyathane, özel bakım yerleri, dinlenme alanları, koridorlar ve idare odaları.	Tesisat merkezleri, asansör ve mutfak ve servis alanları, otoparklar ve garajlar.
İdari Yapılar	Çalışma mekanları.	Gürültülü çalışma alanları, bilgisayar merkezleri, tesisat merkezleri, sirkülasyon alanları, kafeterya, mutfak ve diğer servis alanları, garaj ve otoparklar.
Ticarethaneler	Bürolar, satış alanları, teşhir yerleri ve lokantalar.	Gürültülü satış alanları, oyun mahalleri, kafeteryalar, otopark ve garajlar, tesisat alanları ve diğer servisler.
Oteller	Yatak odaları, dinlenme salonları, yemek salonları, toplantı salonları, idare mekanları, manzara terasları, dinlenme avlu ve bahçeleri.	Tesisat hacimleri, mutfak ve servis alanları, otopark ve garajlar, açık lokantalar, diskotek, düğün salonu ve diğer gürültülü eğlence ve spor alanları.

Yapılarda yaşayanların yaşam konforlarının artırılması ve gürültüden olumsuz etkilenmemeleri için mekan içi gürültü seviyeleri sınırlandırılmıştır (Çizelge 2.6).

Çizelge 2.6. İç Mekân Gürültü Düzeyi Sınır Değerleri (ÇOB,2010)

Kullanım Alanı		L _{eq} (dBA)	Zaman Dilimi (h)
Kültürel Tesis Alanları	Tiyatro salonları	30	Sürekli
	Sinema salonları	30	Sürekli
	Konser salonları	25	Sürekli
	Konferans salonları	30	Sürekli
Sağlık Tesis Alanları	Yataklı tedavi kurum ve kurumları, dispanser, poliklinik, bakım ve huzur evleri ve benzeri.	35	Sürekli
	Dinlenme ve tedavi odaları	25	Sürekli
Eğitim Tesisleri Alanları	Okullarda derslikler, okul öncesi binaların içi, laboratuvarlar, özel eğitim tesisleri, özürllüler tesisler ve benzeri.	35	Ders sırasında
	Spor salonu, yemekhane	55	Faaliyet süresince
	Okul öncesi yatak odaları	30	Uyku sırasında
Turizm Yerleşme Alanları	Otel, motel, tatil köyü, pansiyon ve benzeri yatak odası	30	Uyku sırasında
	Konaklama tesislerindeki restoran	35	Yemek süresince
Sit Alanları	Arkeolojik, doğal, kentsel, tarihi ve benzeri.	55	Sürekli
Ticari Yapılar	Büyük ofis	35	Çalışma sırasında
	Toplantı salonları	35	Çalışma sırasında
	Büyük daktilo veya bilgisayar odaları	60	Çalışma sırasında
	Oyun odaları	60	Oyun süresince
	Özel büro (uygulamalı)	50	Çalışma süresince
	Genel büro (hesap, yazı bölmeleri)	60	Çalışma süresince
	İş merkezleri, dükkanlar ve benzeri.	60	Çalışma süresince
	Ticari depolama	45	Faaliyet süresince
	Lokantalar	45	Çalışma süresince
Kamu Kurum Kuruluşları	Ofisler	45	Çalışma süresince
	Laboratuvarlar	45	Çalışma süresince
	Toplantı salonları	35	Çalışma süresince
	Bilgisayar odaları	45	Çalışma süresince
Spor Alanları	Spor salonları ve yüzme havuzları	55	Faaliyet süresince
Konut Alanları	Yatak odaları (şehir içinde)	40	Gece süresince
	Yatak odaları (şehir dışında)	35	Gece süresince
	Oturma odaları (şehir içinde)	55	Gündüz-akşam süresince
	Oturma odaları (şehir dışı)	40	Gündüz-akşam süresince
	Oturma odaları (şehir kenarı)	45	Gündüz-akşam süresince
	Servis bölümleri (mutfak) (şehir içi, dışı ve şehir kenarı)	60	Faaliyet süresince

Çizelge 2.7. ve Çizelge 2.8' de verilen sınır değerleri pencerelerin açık ve kapalı oluşuna veya zamanın gündüz veya gece oluşuna göre arttırılabilmekte veya azaltılabilmektedir (Çizelge 2.7 ve Çizelge 2.8).

Çizelge 2.7. Pencere Durumuna Göre İçerdeki Düzeltme (ÇOB, 2010)

Pencere durumu	Düzeltme (dBA)
Pencere açık	+10
Pencere kapalı	0

Çizelge 2.8. Günün Saatlerine Göre Gerekli Düzeltme (ÇOB, 2010)

Zaman	Düzeltme (dBA)
Gündüz saatleri	0
Akşam Saatleri	-5
Gece Saatleri	-10

Endüstriyel Gürültü

Üretim amaçlı faaliyet gösteren tesislerde kullanılan makine, alet, araç vb. ekipmanların kullanılması ile ortaya çıkan gürültülerdir. Endüstriyel faaliyetlerden ortaya çıkan gürültü seviyelerine ilişkin bazı örnekler Çizelge 2.9’da verilmiştir.

Çizelge 2.9. Farklı kaynaklardan endüstriyel gürültü seviyeleri (11/12/1986 tarih ve 19308 sayılı Gürültü Kontrol Yönetmeliği).

Gürültü Kaynakları	Gürültü Seviyesi (dBA)
Perçin açma tezgahı	95
Diş açma tezgahı	95
Çelik levha kesici	105
Elektrikli düz kaynak	90
Dövme çekici	105
Tel çemberleme makinesi	105
Havalı pres	105
Havalı perçinleme tabancası	100
Perçinleme çekici	105
Dairesel testere	110
Dökümler için havalı çapak alıcı	115
içten yanmalı motor	115
Çivileme makinesi	110
Mekikli dokuma tezgahı	95

Gürültü kaynaklarının bileşik etkileri de bulunmaktadır. Örneğin, her biri kendi başına 90 dB gürültü çıkaran iki tezgah, aynı yerde beraber çalıştığında ortamın gürültüsü 93 dB’e çıkacaktır. Buradan hareketle; iki gürültü kaynağının gürültü seviyesi değerleri aynı ise toplam birleşik gürültü seviyesini bulmak için tek kaynağın gürültü seviyesine +3 dB, fark 2 ise gürültülü olana +2 dB, fark 4 ise gürültülü olana +1,5 dB, fark 5 ise gürültülü olana +1 dB eklenir. Fark 10 ya da daha fazla ise, gürültülü olanın değeri birleşik gürültü seviyesi olarak alınır. Ayrıca, ses kaynağından uzaklaştıkça gürültü seviyesi azalır.

örneğin, ses kaynağından 1 metre uzaklıkta gürültü seviyesi 90 dB iken gürültü seviyesi 2 metre uzakta 84 dB, 4 metre uzakta ise 78 dB olmaktadır (Aygör, 2015).

Endüstriyel faaliyetlerde ortaya çıkan gürültünün çalışanların ve tesisler etrafında yaşayanların sağlığının olumsuz etkilenmemesi için gürültü seviyeleri sınırlandırılmıştır (Çizelge 2.10).

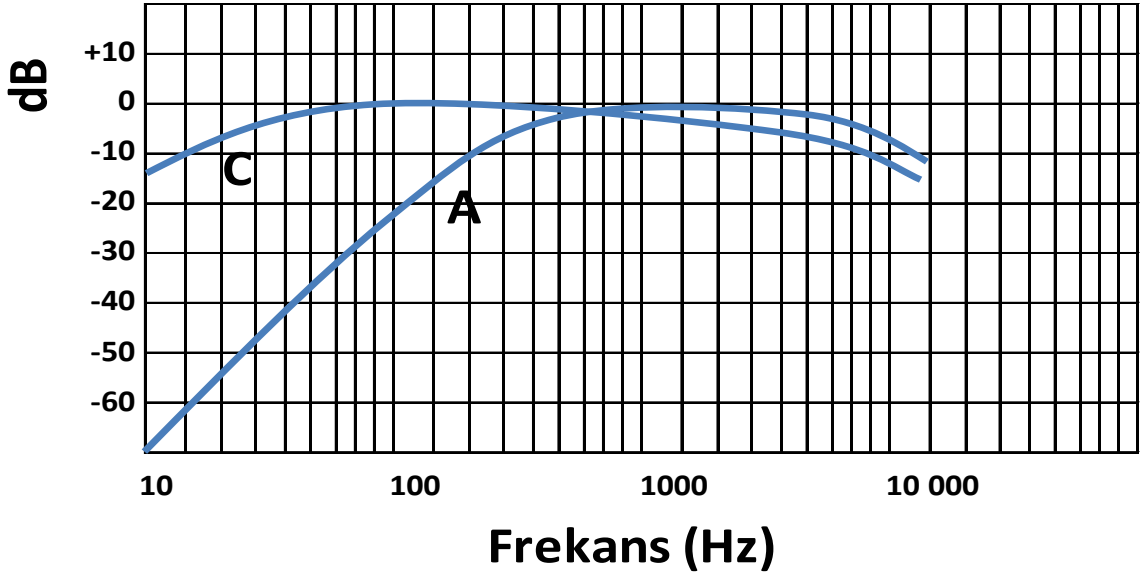
Çizelge 2.10. Endüstriyel Tesisler İçin Çevresel Gürültü Sınır Değerleri (ÇOB,2002)

Alanlar	$L_{gündüz}$ (dBA)	L_{gece} (dBA)
Endüstriyel alanlar (sanayi bölgeleri)	70	60
Endüstriyel ve yerleşimin birlikte olduğu alanlar (ağırlıklı endüstriyel)	68	58
Endüstriyel ve yerleşimin birlikte olduğu alanlar (ağırlıklı yerleşim)	65	55
Kırsal alanlar ve yerleşim alanları	60	50

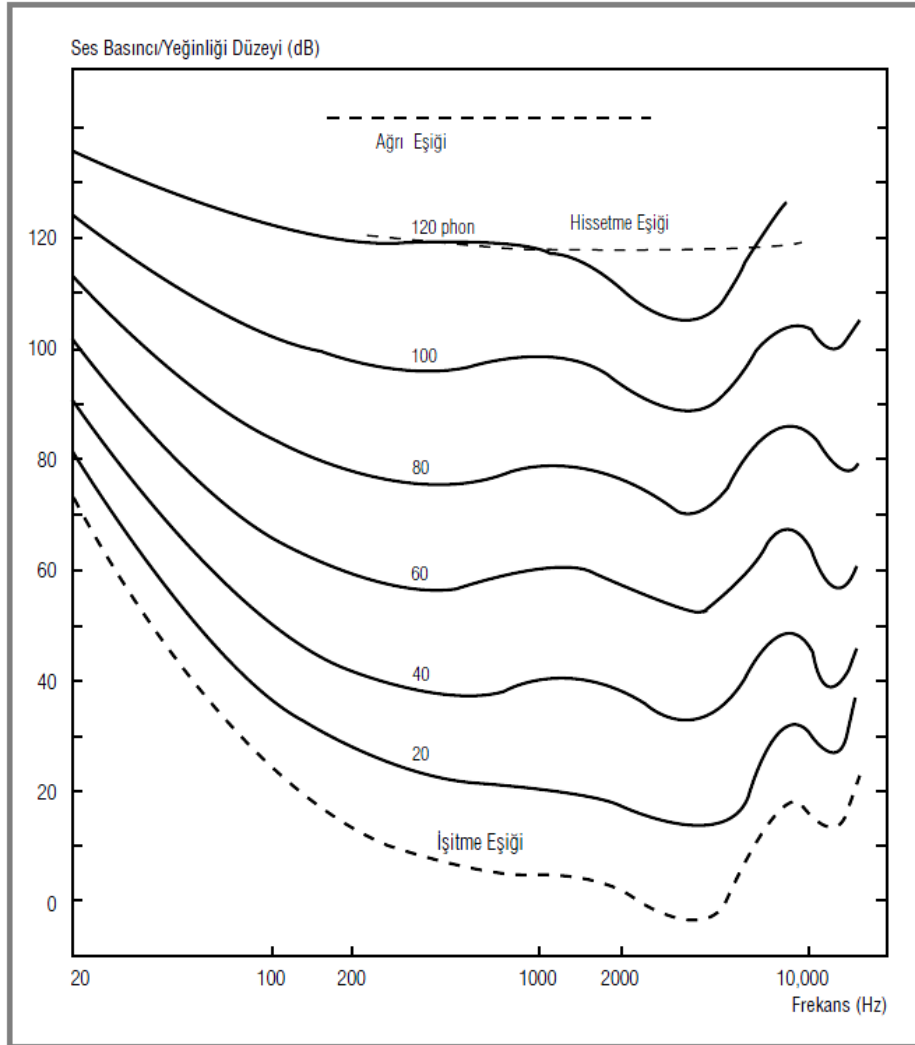
2.3. Gürültü Çeşitleri

2.3.1. Frekans aralığına göre

Gürültüyü oluşturan farklı frekanslardaki bileşenlerinin sayısı ve taşıdıkları enerjilerine (düzeylelerine) göre sınıflandırma yapıldığında, en basit gürültünün daha önce de tanımlandığı gibi arı ses denilen ve tek frekans içeren basit eşlenik basınç dalgalanmaları olduğu anlaşılır. Televizyon istasyonlarının programa başlamadan hemen önce yaydıkları düdük sesi türünde pilot sinyal sesi (frekansı 1000 Hz'tir) bu tür sesin en tanınan örneklerinden biridir. Frekansları birbirleriyle ilintili sınırlı sayıda bileşenin oluşturduğu sese periyodik ses denir. Birbirlerinin eşleniği olan bu frekanslardaki sesler en belirgin olarak müzikte ortaya çıkmaktadırlar. Bir gitar telinden ve nefesli bir çalgıdan çıkan sesler bu tür seslere en uygun örneği oluşturmaktadırlar (Çalışkan, 2009).



Şekil 2.4. Gürültü frekans ağırlıklamaları (ÇOB, 2011)



Şekil 2.5. Eşgürlük Eğrileri (Çalışkan, 2009)

Çizelge 2.11. Frekans aralıklarına göre gürültü ağırlıkları (ÇOB, 2011)

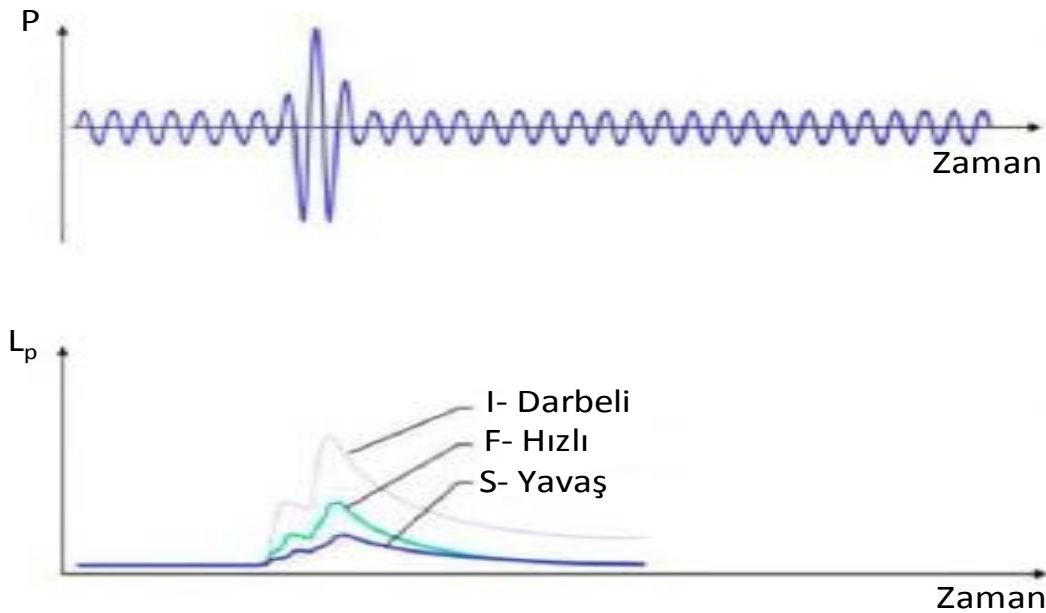
Frekans (Hz)	A - ağırlıklı (dB)	B - ağırlıklı (dB)	C - ağırlıklı (dB)
10	-70.4	-38.2	-14.3
12.5	-63.4	-33.2	-11.2
16	-56.7	-28.5	-8.5
20	-50.5	-24.2	-6.2
25	-44.7	-20.4	-4.4
31.5	-39.4	-17.1	-3.0
40	-34.6	-14.2	-2.0
50	-30.2	-11.6	-1.3
63	-26.2	-9.3	-0.8
80	-22.5	-7.4	-0.5
100	-19.1	-5.6	-0.3
125	-16.1	-4.2	-0.2
160	-13.4	-3.0	-0.1
200	-10.9	-2.0	0
250	-8.6	-1.3	0
315	-6.6	-0.8	0
400	-4.8	-0.5	0
500	-3.2	-0.3	0
630	-1.9	-0.1	0
800	-0.8	0	0
1,000	0	0	0
1,250	+ 0.6	0	0
1.600	+ 1.0	0	-0.1
2.000	+ 1.2	-0.1	-0.2
2.500	+ 1.3	-0.2	-0.3
3.150	+ 1.2	-0.4	-0.5
4,000	+ 1.0	-0.7	-0.8
5,000	+ 0.5	-1.2	-1.3
6.300	-0.1	-1.9	-2.0
8.000	-1.1	-2.9	-3.0
10.000	-2.5	-4.3	-4.4
12.500	-4.3	-6.1	-6.2
16,000	-6.6	-8.4	-8.5
20,000	-9.3	-11.1	-11.2

2.3.2. Zaman içindeki değişimine göre

Ses düzeylerinin zamanla hiç değişmediği ya da hemen hemen aynı kaldığı gürültü türüne kararlı gürültü adı verilir. Sabit hızda çalıştırılan bir vantilatörden ya da yine sabit hız ve güçte çalışan bir elektrik motorundan yayılan gürültü bu tür gürültüye en güzel örnekleri oluştururlar. Ses düzeylerinin zamana bağlı olarak değişimler gösterdiği gürültüleri kararsız gürültü başlığı altında toplamak olasıdır. Kararsız gürültü, bir uçağın ya da bir arabanın geçerken çıkardığı geçiş gürültüsü, çekiçle çivi çakılırken yayılan darbe gürültüsü, tüfekte ateş ederken çıkan patlama gürültüsü, sürekli çalıştırıldığında kararlı gürültü yayabilme yeteneğine sahip olan bir kaynağın kesik kesik çalıştırılmasıyla oluşan kesikli gürültü, ses düzeylerinin periyodik olarak değiştiği dalgalı gürültü şekillerinde

olabilir (Çalışkan,2009). Zamana bağlı gürültü türlerini aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür (Güler ve Çobanoğlu, 1994):

1. Kararlı Gürültü (Sabit Gürültü): Gürültü seviyesi, ölçüm süresince önemli değişimler göstermeyen gürültülerdir.
2. Kararsız Gürültü: Ölçme süresince, seviyesinde önemli ölçüde değişiklikler olan gürültülerdir.
3. Dalgalı Gürültü: Ölçme süresince, seviyesinde sürekli ve önemli ölçüde değişiklikler olan gürültüdür.
4. Kesikli Gürültü: Ölçüm süresinde, gürültü seviyesi aniden ortam gürültü seviyesine düşen ve ortam gürültüsü seviyesinden, yüksek değerlerdeki seviyelerde 1 saniyeden fazla veya 1 saniye sabit olarak devam eden gürültüdür. (Trafik Gürültüsü gibi)
5. Vurma Gürültüsü (Anlık Gürültü): Herbiri 1 saniyeden daha az süren bir veya birden fazla vuruşun çıkardığı gürültüdür (Çekiç gürültüsü gibi).



Şekil 2.6. Zaman ağırlıklarına göre gürültü türleri (ÇOB, 2011)

Hızlı (F) zaman ağırlıkları: 1 saniyede 8 ölçüm kaydının yapıldığı, hızlı ölçüm modu olarak anılan, çabuk değişim gösterebilen gürültünün değerlendirilmesinde kullanılan moddur.

Yavaş (S) zaman ağırlıkları: Saniyede bir ölçüm kaydının yapıldığı, zamanla fazla değişmeyen gürültüler için veya ani ve istenmeyen gürültülerin (kapı çarpması gibi) ölçümü etkilememesi için değişim göstermeyen kararlı gürültünün değerlendirilmesinde kullanılan ölçüm modudur.

Darbeli (I) zaman ağırlıkları: 35 mikro saniyede bir ölçüm kaydının yapıldığı ve patlama, darbe gibi çok ani olarak değişim gösteren gürültülerin değerlendirilmesinde kullanılan ölçüm modudur.

2.4. Gürültünün İnsan Sağlığına Etkileri

Gürültünün insan sağlığı üzerindeki etkileri fiziksel, fizyolojik, psikolojik ve performans etkileri olmak üzere 4 başlık altında toplanmaktadır (ÇOB, 2011). Fiziksel ve fizyolojik rahatsızlık yaratan ve performans azaltan gürültü seviyelerinin başlangıç değerleri kolaylıkla belirlenebilmekle beraber, psikolojik rahatsızlığın sınırlarını çizmek kolay olmamaktadır.

Çizelge 2.12. Gürültünün insan sağlığı üzerindeki etkileri (ÇOB, 2011)

Fiziksel Etkenler	İşitme Hasarı
Fizyolojik Etkenler	Vücuttaki Bozukluklar Kalp atışının bozulması Kesiklik Metabolizmada bozukluk Uyku bozukluğu
Psikolojik Etkiler	Sinir sistemi dejenere olur Aşırı tepkiler Hoşnutsuzluk, tedirginlik duygusu
Performans Etkileri	Eylem üzerindeki etkisi Konuşma ile girişim olayının olması konuşmanın kesilmesi Dinleme ve anlaşma güçlüğü Konsantrasyonun kesilmesi Dinlenmenin etkilenmesi

Gürültünün insan üzerindeki etkilerinden en önemlisi kronik hastalıkların oluşum mekanizmasındaki yeridir. Gürültü etkisi altında kalındığında çok sayıda hipofiz hormonunun salgılandığı belirlenmiştir. Gürültünün vücut işlevleri üzerindeki etkisi otonom sinir sistemi tarafından yönlendirilmektedir. Kan basıncı üzerindeki etkisi genellikle 90 dB'in altında görülmemektedir. İnsanda gürültü etkisine bağlı olarak ACTH artmaktadır. Buna bağlı olarak adrenal kodeksten kortizol salınımı yükselirken bunun sonucunda kan şekeri seviyesinde yükselme, vücut bağışıklık sisteminde değişiklikler,

vasküler sistem üzerinde adrenalin ve noradrenalin etkisinde artım gözlenmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

Gürültü insan sağlığı üzerinde aşağıdaki olumsuzluklara yol açar (Güler ve Çobanoğlu, 1994):

- i. Kişileri huzursuz eder,
- ii. Sözel iletişimi engeller,
- iii. Çalışma etkinliğini azaltır, düşünmeyi engelleyebilir. Bellekle ilgili çalışmalar, sözcük öğrenme amacıyla yapılan çalışmalar gürültüden etkilenmektedir.
- iv. Uykuda rahatsız eder, uykuya dalmayı güçleştirir,
- v. İşitme duyusu ve yollarında zararlara yol açar.
- vi. Davranış bozukluklarına neden olabilir. (Sinirlenme, heyecanlanma)
- vii. Karakter değişikliklerine neden olabilir. Eğilimi olanlarda sorunların ve bunaltıların ağırlaşmasına yol açar. Çabuk sinirlenme ve kızgınlığa yol açar.
- viii. Öğrenme yaşantılarının olumsuz etkilenmesi özellikle okullarda belirgindir. Gürültülü bölgelere yakın olan okullarda öğrenme etkinliğini azaltıcı etki yapmaktadır. Okuma, anlama, öğrenme düzeyini azalttığından okul sağlığı açısından da önemli olabilir.
- ix. Çocuklar gürültüsüz ortamdakine nazaran gürültülü ortamda işlerini daha güçlüklerle yaparlar.
- x. Seslerin arasındaki nitelik farklarının belirlenebilmesi güçleşir.
- xi. Problem çözme yeteneğinde azalma olur.
- xii. Aralıklı ve ani gürültü kişide ani adrenalin deşarjı yaratarak kalp atış oranını, solunum sayısını, kan basıncını arttırmakta, dikkat azalması, uyku düzeninde bozulmalara neden olabilmektedir. Ani gürültüde kalp hızı artmakta, gözbebeklerinde dilatasyon olmaktadır.

Gürültü seviyesi arttıkça insan sağlığına olan etki farklılaşmaktadır. Seviyesine göre gürültünün insan sağlığı üzerindeki etkileri 5 grupta sınıflandırılmaktadır. Düşük gürültü seviyelerinde rahatsızlık psikolojik boyutta kalırken seviye yükseldikçe rahatsızlık fizyolojik ve fiziksel boyuta doğru gitmektedir. En yüksek seviyelerde kalıcı hasara yol açabilmektedir (Çizelge 2.13).

Çizelge 2.13. Seviyesine bağlı olarak insan sağlığına etkileri açısından gürültünün sınıflandırılması (Demirkale, 2007)

30 - 65 dBA	<p>I. Derecedeki Gürültüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konforsuzluk • Rahatsızlık • Sıkıntı duygusu • Kızgınlık • Konsantrasyon • Uyku Bozukluğu
65-90 dBA	<p>II. Derecedeki Gürültüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fizyolojik gürültü • Kalp atışının değişimi • Solunum hızlanması • Beyindeki basıncın azalması
90- 120 dBA	<p>III. Derecedeki Gürültüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fizyolojik gürültü • Baş ağrısı
120-140 dBA	<p>IV. Derecedeki Gürültüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • İç kulakta bozukluk
140 > dBA	<p>V. Derecedeki Gürültüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kulak zarının patlaması

İnsan kulağı yalnızca 16 hertz ile 15 kilohertz arasındaki sesleri algılayabilir. Gürültüye bağlı işitme kaybının tesbiti ise son derece spesifik olup, ilk aşamada işçinin 3000-6000 Hertz arasındaki sesler için işitme yeteneği azalır. 4000 Hertz’de “akustik çanak” ve “akustik çentik” meydana gelir. Yüksek frekanslı seslere kısa süreli olarak maruz kalan işçi, genellikle 24 saat sonra geri dönen geçici işitme kaybına uğrar. Fakat işçi gürültülü işte çalışmaya devam ederse 4000-6000 Hertz arasında seslere karşı kalıcı sağırılık meydana gelir. İşçi bu durumda 500-2000 Hertzlik frekansa sahip olan normal konuşma seslerini rahatça duyabildiğinden, kendisinde sağırılık meydana geldiğinin farkına varmaz. Dolayısıyla sağırlandığının farkına varmayan işçi gürültülü işte çalışmaya devam eder. Çalışmaya devam ettikçe de işitme kaybının aralığı artmaya başlar. İşçi artık daha geniş bir aralıktaki sesleri duymamaya başlar. En sonunda işçi kendi sesini duyamaz olur ve bağırarak konuşmaya başlar, sağırılık vakası kalıcı bir hale dönüşmüş olur. Mesleki sağırılıkta maruziyet kesildikten sonra vaka ilerlemez. Maruziyet kesildikten sonra 6 ay ya

da bir yıl sonra geçici sağırılık da ortadan kalktığından, gerçek kalıcı sağırılık düzeyi saptanabilir (Tuna, 2005).

Gürültüden etkilenmenin boyutu, gürültüye maruz kalma süresi, gürültünün frekansı, şiddeti, kesikli ya da sabit olması ve kişisel özelliklere bağlıdır. Gürültü maruziyeti sonucunda işitme sisteminde başlıca üç etki görülür: (Güner, Ç., 1994).

- i) Akustik zedelenme ya da travma
- ii) Geçici eşik kayması
- iii) Kalıcı eşik kayması

Başlangıçtaki etki, işitme yorgunluğu olarak tanımlanmaktadır. Sesin şiddeti ve yoğunluğu arttıkça işitme yorgunluğu da artar. Anlık gürültünün biyolojik etkisi, sürekli gürültüden bazı bakımlardan farklıdır. İç kulak kısmen akustik refleks nedeniyle sürekli gürültünün etkisinden korunmaktadır. Bu refleks; 90 dB üzerindeki seslerde stapedius ve tensor timpani iç kulak kaslarının kasılmasına bunun sonucunda ses girişine direnmesine olanak tanır. Yüksek şiddetteki anlık gürültü akustik refleksin oluşumundan önce kohleaya ulaşmaktadır. 140 dB şiddetinde bir darbe gürültüsü ani ve geri dönüşümsüz işitme yitimine yol açabilir. Buna akustik travma denir. (Güner, Ç., 1994).

Gürültü ile oluşan işitme yitimlerinin özellikleri: (Güner, Ç., 1994).

- i. Şiddeti 90dB'in üzerindeki seslerle oluşur.
- ii. İşitme kaybı bilateralidir.
- iii. Kulağın ilk işitme kaybı 4000 Hz frekansında olur. Daha sonra konuşma frekanslarını etkilemeye başlar.
- iv. Oluşan işitme kaybı sinirsel tipte bir kayıp olduğundan kesin tedavisi yoktur. Bu nedenle gürültüden korunma son derece önemlidir.

Gürültünün belli bir sürede belirli şiddette etkilemesinin ilk sonucu, işitme eşiğinin yükselmesidir. Etkilenimden sonra bu en yüksek düzeydedir. Eğer gürültü yeterli şiddet ve sürede etkilememişse işitme eşiğindeki değişim giderek normale inmektedir. Bu olay "geçici eşik kayması" olarak tanımlanmaktadır. Eğer yeterli şiddet ve sürede etkilenme söz

konusu ise bu kez "kalıcı eşik kayması" ortaya çıkar. Geçici eşik kayması belli bir süre dinlendikten sonra iyileşebilir. Gürültü düzeyi arttıkça oluşan işitme yitimi ve buna bağlı olarak iyileşme süresi de artmaktadır. Kalıcı eşik kaymasında temel patoloji kohleanın silyalı hücrelerinin destrüksiyonu ve sayıca azalmalarıdır. (Güner, Ç., 1994).

Uzun süreli gürültüye maruziyet sonucunda kohlear yapılarda doğrudan mekanik hasar ve aşırı stimülasyona bağlı olarak metabolik değişiklikler oluşmaktadır. Doğrudan mekanik hasar kohleada bulunan Corti organındaki silyalı hücreleri etkiler ve bu etkiler geri dönüşümsüzdür. Metabolik değişiklikler ise hücre nükleusunda ve sitoplazmik organellerde oluşur ki bunların bazıları önlenebilir niteliktedir. Son yıllarda bu metabolik değişiklikleri açıklayan çeşitli mekanizmalar ileri sürülerek bu mekanizmaların her biri için koruyucu önlemler ve tedavi yöntemleri geliştirilmesi çabaları vardır. Metabolik değişikliklere yol açan unsurlar aşağıda verilmiştir (Güner, Ç., 1994).

Glutamat fazlalığı: Silyalı hücrelerde eksitatuvar rol oynayan bir aminoasit olan glutamatın fazla salınımı nedeniyle birincil odutuvar dendritlerde kısmi hasar oluşarak geçici eşik kaymasına yol açmaktadır.

Nitrik oksit salınımının artması: Corti organındaki tüm hücre tiplerinde ve silyalı hücre sayısında azalmaya yol açmaktadır. N metil d-aspartat reseptörlerinin aşırı stimülasyonu NO salınımını arttırmakta ve bu da hücrelerde hasara yol açmaktadır.

Serbest oksijen radikalleri ve hidroksil radikaller: Gürültü maruziyetinden sonra silyalı hücrelerde O₂ serbest radikallerinin metabolik aşırı yapımı olur. Bu radikaller membran lipid peroksidasyonunu artırır, iyon dengesi ve enerji metabolizması bozulur ve plazma membranları yıkıma uğrar.

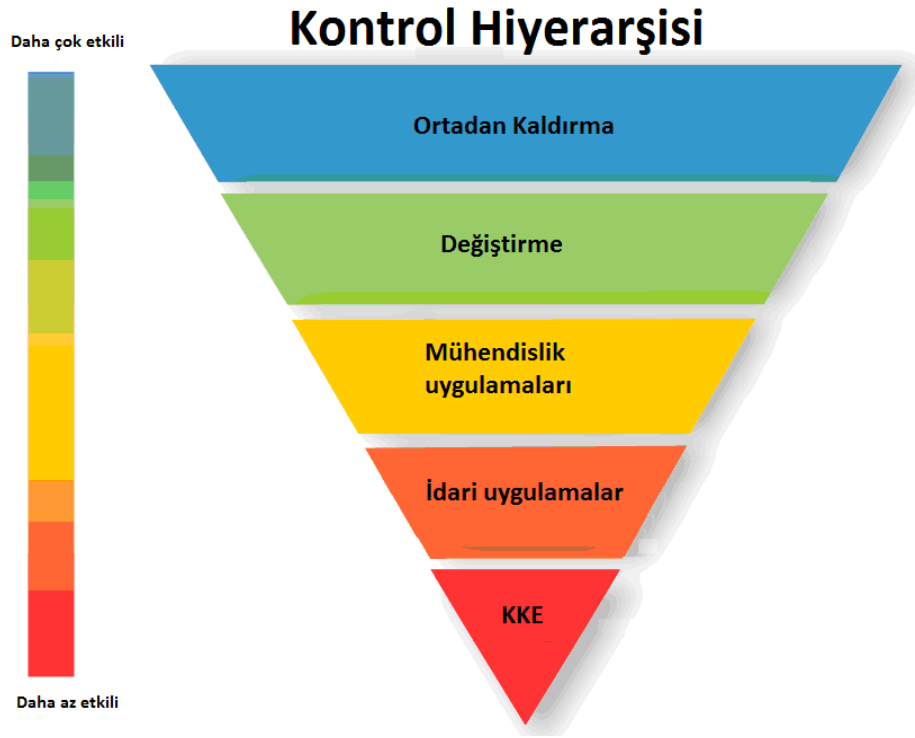
Magnezyumun azalması: Aşırı gürültü özellikle Mg ve Ca'a bağımlı olan enerji tüketimini artırır. Ekstrasellüler Mg azalması silyalı hücrelerdeki intrasellüler iyon içeriğini özellikle de Ca'u etkiler. Mg konsantrasyonu düşer ya da gürültü tarafından azalır potansiyel işitme kayıpları artar.

İntrasellüler Ca artışı: Oksidatif strese yol açmaktadır.

Protein Hasarı: Silyalı hücrelerde oluşan yıkım sonucunda hastalar tedrici bir işitme yitiminden söz etmektedir. Gürültü nedenli işitme yitimi olanlarda önceleri, yüksek frekanslı seslere karşı etkilenme olduğundan özellikle bu frekanslarda konuşan kadın ve çocukların konuşmalarının anlaşılmasında güçlükler olabilir. Gürültünün neden olduğu işitme kaybı yalnızca kişilerin normal işitme düzeyindeki sesleri algılamalarını değil aynı zamanda sesin algılanış biçimini de etkilemektedir. Bu kişilerde ek olarak baş ağrısı tinnitus gibi belirtiler de görülür.

Endüstriyel Gürültünün Kontrolü

Endüstriyel gürültünün kontrol altına alınmasında "Kontrol Hiyerarşisi yaklaşımı" etkili bir yöntemdir. Bu yaklaşımda, 5 basamaktan oluşan bu hiyerarşinin takip edilerek gürültü ve yaratacağı riskin azaltılması veya ortadan kaldırılması hedeflenir (Şekil 2.7). Gürültü kontrolünde öncelikli yol gürültü kaynağının ortadan kaldırılmasıdır. Bunun yapılabilmesi için kaynağın kaldırılması ile iş sürecinin olumsuz etkilenmemesi gerekir. İş süreci gerekliliği nedeniyle gürültü kaynağı ortadan kaldırılamıyorsa, aynı işlevi gören daha az gürültülü araç, makine veya ekipmanın ikamesi yoluna gidilmelidir. Eğer bu iki yöntem de uygun değilse, iş yerinde fiziksel değişiklikler yapma, gürültü kaynağı olan üretim aracını daha az gürültü için yeniden tasarlama/tasarlatma, gürültünün çalışana ulaşmasını engelleyecek bariyerler tasarlama ve bunlar da tam olarak uygulanamıyorsa çalışanlar arasında dönüşüm uygulama, çalışma sürelerini kısaltma gibi idari tedbirler uygulanmalıdır. Eğer bu tedbirlerin alınması da ekonomik olarak uygun görülüyorsa son çare olarak çalışanlara kişisel koruyucu ekipman kullanılmalıdır. Kişisel koruyucu ekipman kullanımının çalışanın inisiyatifinde olması bu alternatifin etkinliğini azaltmaktadır. Bu nedenle, öncelik ilk üç tekniğe verilmelidir. (Centers For Disease Control And Prevention, 2015)



Şekil 2.7. Gürültü kontrolünde kontrol hiyerarşisi (Centers For Disease Control And Prevention, 2015)

Çalışanlarda gürültü etkileşiminin önlenmesi veya azaltılması için aşağıdaki tedbirler alınmalıdır (Işıkel, 1999).

- a) Teknik gelişmelere uygun önlemler alınarak gürültü etkileşiminden kaynaklanan riskler kaynağında yok edilmeli veya en aza indirilmelidir. Bunun için;
 - i. Gürültü etkileşiminin daha az olacağı başka çalışma yöntemleri seçilmeli,
 - ii. Yapılan iş göz önünde bulundurularak, mümkün olan en düşük düzeyde gürültü yayan uygun iş ekipmanı seçilmeli,
 - iii. İşyeri ve çalışılan yerler yeniden tasarlanmalı ve düzenlenmeli,
 - iv. İşçilere, iş ekipmanını gürültüyle en az etkileşecekleri doğru ve güvenli bir şekilde kullanmaları için gerekli bilgi ve eğitim verilmeli,
 - v. Gürültüyü teknik yollarla azaltmak için;

- a. Hava yoluyla yayılan gürültü, perdeleme, kapatma, gürültü emici örtüler kullanma ve benzeri yöntemlerle azaltılmalı,
 - b. Yapıdan kaynaklanan gürültü, yalıtım ve benzeri yöntemlerle azaltılmalı,
- vi. İşyeri, çalışma sistemleri ve iş ekipmanları için uygun bakım programları uygulanmalı,
- vii. Gürültüyü azaltacak bir iş organizasyonu ile;
- a. Etkileşim süresi ve gürültü seviyesi sınırlanmalı,
 - b. Yeterli dinlenme araları verilerek çalışma süreleri düzenlenmelidir.
- b) Yapılan risk değerlendirmesinde, en yüksek etkileşim etkin değerlerinin aşıldığının tespiti halinde, işveren, özellikle yukarıda belirtilen önlemleri de dikkate alarak, gürültüye maruziyeti azaltmak için teknik ve/veya organizasyona yönelik bir önlem programı oluşturmalı ve uygulamalıdır.
- c) Yapılan risk değerlendirmesine göre, işçilerin etkin değerleri aşan gürültüyle etkileşebilecekleri çalışma yerleri uygun şekilde işaretlenmelidir. Ayrıca, bu alanların sınırları belirlenmeli ve teknik olarak mümkün ise, bu alanlara girişler kontrollü olmalıdır.
- d) İşçilerin dinlenmesi için ayrılan yerlerdeki gürültü düzeyi, bu yerlerin kullanım amacına uygun olmalıdır.
- e) İşveren, kadınlar, çocuklar, yaşlılar, özürllüer gibi hassas risk gruplarının korunması için gerekli önlemleri alınmalıdır.

2.4.1. PLANYA makinesi

Planya makinesi, iş parçalarının yüzeylerini rendeleyerek düzgün hale getirme, komşu iki yüzeyi birbirine dik veya istenen açıda rendeleme işlemlerinde kullanılan makinelerdir (MEGEP, 2007).

Planya makinesi türleri

Planya makineleri, bıçak boyları ve tabla genişliklerine göre isimlendirilmektedir. Planya makinelerinin tabla genişlikleri (bıçak boyları) ise genellikle 20, 25, 30, 40, 50, 60 cm olarak değişmektedir. Bıçak boyu ya da tabla genişliği 30 cm olan bir planya makinesi 30'luk planya makinesi diye isimlendirilir. Tabla genişledikçe ona orantılı olarak da makine uzunluğu da artar (MEGEP, 2007):

Planya makineleri, makinede rendeleme dışında başka işlem yapılıp yapılmamasına göre iki gruba ayrılır (MEGEP, 2007):

- Komple planya makinesi
- Tekli planya makinesi

Komple planya makinesi rendeleme işlemi dışında başka işlemler de yapabilen makinedir. Mil, makine tablasının iki yanından da uzatılarak bir ucuna matkap kovana, tabla, sıkma ve hareket kolları bağlanarak yatay delik makinesi gibi kullanılabilir hale getirilmiştir. Diğer tarafına da bir tabla ilave edilip mile daire testere ve top bıçakları bağlayarak daire testere ve freze makinesi gibi kullanabilme imkânı sağlanmıştır. Komple planya makinelerinin avantajlı yönleri olduğu gibi dezavantajlı yönleri de vardır. Bir makineye birkaç makinenin işini yaptırma imkânı olmasına rağmen aynı anda birkaç kişinin çalışmasının zor olması, bir tarafta çalışırken diğer kısımların boşa çalışması, birkaç kişinin aynı anda çalışmasının karışıklığa yol açması bu dezavantajlar arasında sayılabilir (MEGEP, 2007). Tekli planya makinesinde ise sadece rendeleme işlemi yapılabilir.

Planya Makinesinin Elemanları

Planya makinesinin yapısal elemanları ve işlevleri Resim, 3.1'te verilmiştir.



Resim 3.1. Planya makinesinin yapısal elemanları: a) Gövde, b) Ön tabla, c) Arka tabla, d) Mil ve bıçaklar, e) Siper, f) Ön tabla ayar kolu, g) Arka tabla ayar kolu, h) Koruyucu, ı) Motor, j) Şalter

Gövde

Makinenin elemanlarını üzerinde taşır ve sarsıntısız çalışması için döküm demirden yapılmıştır. Sarsıntıyı ve gürültüyü daha da azaltmak için civatalarla zemine bağlanabilir.

Ön Tabla

Rendelenecek iş parçasının üzerine oturtulduğu kısımdır. Ayar kolu yardımıyla, talaş miktarının ayarlanmasını da sağlar. Bazı makinelerde talaş kalınlığını gösteren ölçülü göstergeler bulunur.

Arka Tabla

Makineye verilen iş parçasının rendelenen yüzeyinin üzerine oturduğu kısımdır. Arka tabla bıçak uçuş dairesiyle aynı seviyede olacak şekilde ayarlanmalıdır. Arka tabla yüzeyi ile ön tabla yüzeyi arasında kalan dikey mesafe rendeleme derinliğini verir. Ayarlama işlemi hassas bir şekilde yapılmazsa rendeleme düzgün olmaz. Ayarlama aşağıdaki sırada yapılır:

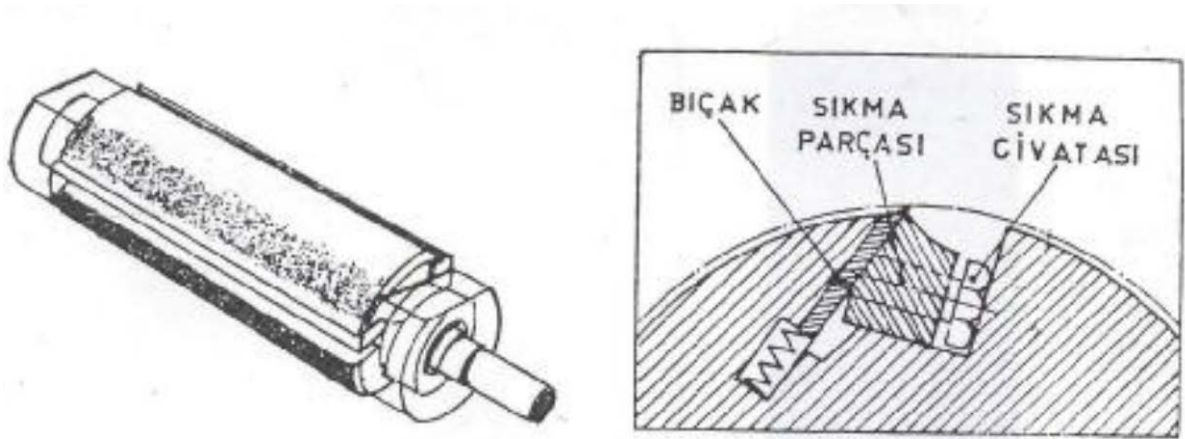
- Mil, bıçaklardan biri en üst seviyeye gelecek şekilde döndürülür.
- Arka tabla bıçak uçuş seviyesinin altına indirilir.
- Düzgün bir master alınır ve bir ucu bıçak diğer ucu arka tabla üzerine gelecek şekilde makine üzerine konur.
- Masterın kenarı bıçak ağzına ve tabla yüzüne tam olarak değinceye kadar tabla yukarı kaldırılır.
- Master bıçak üzerinde ileri geri hareket ettirilir. Bu hareket, mili hafifçe döndürmelidir.
- Arka tabla bu konumda sabitlenir.
- Sonra ön tabla ince talaşa göre ayarlanır. Makine çalıştırılır ve düzgün bir parça, ucundan 10- 15 cm rendelenir.
- Rendelenen yüzey arka tablaya çarpmayacak ve tabla ile arasından ışık sızmayacak şekilde ilerlemelidir.
- Aynı parça bir kez daha boydan boya rendelenerek ve işlem kontrol edilerek ayar tamamlanır.

Mil ve Bıçaklar

Planya makinesinin karşılıklı iki yatak arasında çalışan ve yatay konumda bir mili vardır. Milin çevresine, bıçakların (Resim 3.4.) bağlanabilmesi için mil (Resim 3.4.) uzunluğunda kanallar açılmıştır. Bu kanallara sıkma cıvataları ve kamalar yardımıyla bıçaklar sıkılır. Bıçak sayısı genellikle 3 veya 4 olur. Mil uzunlukları makinenin uzunluğunu belirler. Mil çapı ise, uzunluğa orantılı olarak 6–12 cm arasında değişir.



Resim 3.2. Planya bıçakları (MEGEP, 2006)



Resim 3.3. Planya mili ve yan kesiti (MEGEP, 2006)

Ön tabla ayar kolu

Ön tablanın altında, çalışana yakın konumda ve kolayca kullanılabilen konumda bulunan bir koldur. Değişik şekillerde olabilir. Görevi iş parçasından alınacak talaş miktarını belirlemektir. Kol ne kadar aşağıya indirilirse ön tabla da o kadar aşağı iner ve talaş miktarı da ona paralel olarak artar, kol yukarıya kaldırılırsa talaş miktarı azalır.

Arka tabla ayar kolu

Ön tablada olduğu gibi, arka tablanın altındadır. Arka tablayı bıçak uçuş seviyesinde ayarlamak görevi vardır. Her zaman ayarlanmaz, bıçak değişimlerinde ayarlanır ve o ayarda sabitlenir.

Koruyucu

Makine çalışırken, çalışan kişinin ellerini korumak için bıçakların üzerini, açıkta kalan kısımlarını örten değişik koruyucu düzenekleri vardır. Menteşeli basit koruyuculardan başka iş parçasının genişliğine göre siperden uzaklaşan ve parça geçtikten sonra yay etkisiyle tekrar kapanan koruyucular da vardır.

Motor

Gövdeye bağlı olan motor, hareketini bir kayış yardımı ile mile aktarır. Makine büyüklüğüne göre 4 Hp gücünde ve 5000 dev/dk. da motorlar bağlanır.

Şalter

Motora gelen elektrik akımını kesen veya açan kol/butondur.

Makinenin Sayısal Değerleri

- Tabla yüksekliği:75 -80 cm
- Tabla genişliği:50 cm
- Tabla boyu:250 cm
- Mil dönme hızı:5000 dev/dak.
- Kesme hızı:35 m/san
- Parça besleme hızı:8–24 m/dak
- Bıçak genişliği:35 mm
- Bıçak kalınlığı:4 mm
- Motor gücü: 4 Hp

Kesme hızı: Makine bıçak ağzının 1 saniyede aldığı yoldur.

Parça besleme hızı: İşlenen parçanın bir dakikada aldığı yola sevk hızı denir. Sevk hızını; işlenen parçanın yaş (nemli) ya da kuru oluşu, sert ya da yumuşak oluşu, yüzeyin genişliği ve talaş miktarı etkiler.

Planya makinesinde çalışma ve güvenlik kuralları

- i. İş parçası üzerinde çivi, taş v.b. yabancı cisimlerin bulunup bulunmadığı kontrol edilmeli ve gerekiyorsa iş parçası tel fırça ile temizlenmelidir.
- ii. 30 cm'den daha kısa ve 1 cm'den daha ince parçalar makineye serbest elle verilmemeli, bu sınırlardan düşük parçaların rendelenmesinde uygun bir itme düzeneği kullanılmalıdır.
- iii. Mümkün olan her durumda koruyucu kullanılmalıdır.
- iv. Parçayı iterken eller bıçakların üzerinden geçirilmemelidir.
- v. Çalışırken, makinenin sol yanında ve sağlam bir şekilde durulmalıdır.
- vi. Bütün ayar ve bağlama düzeneklerinin sağlam olmalı ve özellikle bıçak bağlama cıvatalarının sıklığı sık sık kontrol edilmelidir.
- vii. Kesme derinliği geniş yüzeylerde 2mm'den dar yüzeylerde 5mm'den fazla olmamalıdır.
- viii. Genişliği 25 cm'den daha dar olan kerestelerin veya iş parçalarının maktaları (en kesitleri) rendelenmemelidir.
- ix. İş parçası daima lif yönünde rendelenmelidir.
- x. İş parçasını iterken parçaya ve sipere sağlamca bastırılmalıdır.
- xi. İşlem bittiği veya ayar değiştirileceği zaman şalteri kapatılmalı ve makinenin tamamen durması beklenmelidir.
- xii. Kötü ve ağızları kırılmış bıçaklarla kesinlikle çalışılmamalıdır.
- xiii. Makine normal hızını almadan çalışmaya başlanmamalıdır.
- xiv. İş parçasını geriye alırken bıçakların üzerinden geçirilmemelidir.
- xv. Çalışma sırasında makinenin altında biriken talaşlar makineyi durdurarak temizlenmelidir.

Planya makinesinde gürültü kontrolü

Planya makinesinde kerestelerin ve iş parçalarının rendelenmesinde gürültü seviyesi, çoğu zaman, sınır değeri olan (85 dBA)'yı aşmaktadır. Bu nedenle, bazı gürültü azaltıcı tedbirlerin alınması gereklidir.

Planya makinesi boшта çalışırken ortaya çıkan gürültünün çoğu bıçakların bağlandığı kesici topu veya bloğundan kaynaklanır. Bu gürültü; pürüzsüz kesici bloğu kullanımı ve bıçak çıkıntılarının azaltılması ile 10 dB'e kadar azaltılabilir. Ayrıca, ön ve arka tablanın kesici tarafı kenarlarının kanallı veya delikli olması da gürültü seviyesinde 5 dB'e kadar azalma sağlayabilir (Şekil 2.8). Ancak, kanal genişlikleri ve delik çapları 6mm'den daha büyük olmamalıdır. (HSE,2015).



Şekil 2 8. Planya makinesinin ön ve arka tablalarının kesici tarafı kenarlarında kanallı yapı

Planya makinesinde parça rendelemeye kesici bloğunda bıçakların helisel olarak yapılandırılması veya parçalı bıçaklı kesici bloğu kullanılması (Şekil 2.9) ön tabladaki gürültü seviyesini 5dB'e kadar azaltabilir (HSE, 2015).



Şekil 2.9. Planya makinesi kesici bloğunda bıçakların helisel olarak yapılandırılması ve parçalı kesici kullanımı

Planya makinelerinde genelde 56-160 mm çapında ve 200-900 mm uzunluğunda kesici blokları kullanılmakta ve bu bloklar 5000 dev/dak hızla dönmektedir. Rendeleme kalitesini de göz önüne alarak kesici devrinin 1000 dev/dak'nın altına düşürülmesi ve bıçak sayısının artırılması önemli seviyede gürültü azaltımı sağlayabilmektedir. Ayrıca, talaş çıkış hattının da aerodinamik olarak tasarlanması gürültü azaltımına katkıda bulunmaktadır (HSE, 2015).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Kara kavak (*Populus nigra*)

Araştırmada kullanılacak kara kavak malzeme, prizma biçme yöntemiyle 50 mm kalınlıkta, 300 mm genişlikte ve 3 000 mm uzunlukta biçilmiş kereste olarak Siteler/Ankara'dan temin edilmiştir. Kereste temininde seçilen kerestelerin düzgün, en kesitte yıllık halka dağılımının homojen ve yapısal özellikler açısından kusursuz olmasına özen gösterilmiştir.

3.1.2. Doğu kayını (*Fagus orientalis L.*)

Paralel biçme yöntemiyle 100 mm kalınlıkta, farklı genişliklerde ve 5 000 mm uzunlukta biçilmiş kereste olarak Siteler/Ankara'dan temin edilmiştir. Kereste temininde seçilen kerestelerin düzgün, enine kesitte yıllık halka dağılımının homojen ve yapısal özellikler açısından kusursuz olmasına özen gösterilmiştir.

3.1.3. Gürültü ölçüm ve kayıt cihazı

Kavak ve kayın malzemelerin planya makinesinde işlenmesi anında kişinin maruz kaldığı gürültü seviyesinin ölçümünde Extech Instruments HD 600 Gürültü Ölçüm ve Kayıt Cihazı kullanılmıştır. Cihaz ile 0,001 dBA hassasiyetle gürültü seviyesi ölçülebilmekte, saniye veya dakikada bir olmak üzere otomatik olarak gürültü emisyonu kaydı alınabilmekte ve tüm değerler bilgisayar ortamına aktarılmak suretiyle en küçük, en büyük ve ortalama değerler görülebilmektedir.



Resim 3.4. Gürültü ölçüm ve kayıt cihazı (Extech Instruments HD 600)

3.1.4. Planya makinesi

Farklı malzeme türlerinden parçaların farklı kesme derinliklerinde rendelenmesinde, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümünde bulunan BURSELKUR marka ve modeli planya makinesi kullanılmıştır. Makine 4 Hp gücünde ve 5000 dev/dk.'dır. Makineye tek güç tek devirde verilmiştir.



Resim 3.5. Planya Makinesi (Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü)

3.1.5. İklimlendirme kabini

Fiziksel ve mekanik testler öncesinde deneyde kullanılan örneklerin hava kurusu rutubet değeri olan %12 seviyesine getirilmesi için Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü bünyesinde bulunan iklimlendirme kabini kullanılmıştır.

3.2. Deney Numunelerinin hazırlanması

Kara kavak ve doğu kayını keresteler, temin edilmesini takiben testlerin yapılacağı zamana kadarki geçen süre boyunca kapalı ve ısıtılmalı ortamda doğal kuruma şartları altında beklemeye tabi tutularak hava kurusu rutubet miktarına gelmeleri sağlanmıştır. Bu süre sonunda, keresteler, planya makinesinde rendeleme anında parça hareketini ve kontrolünü kolaylaştırmak üzere boy kesimi işlemi ile 1 metrelik kısa kerestelere dönüştürülmüştür. Bu kerestelerden de, +5 mm genişlik toleransı ile taslak kesim işlemi, taslak parçalara yüz-cumba açma işlemi ve rendeleme işleminde net rendeleme genişlikleri olan 40mm, 80 mm ve 160 mm olarak net genişlik çıkarma işlemleri uygulanarak her genişlik grubundan yeterli miktarda 1 metre uzunlukta numune parçalar üretilmiştir.

3.3. Yöntem

3.3.1. Yoğunluğun belirlenmesi

Deneyde kullanılan numunelerin yoğunlukları TS EN 323 (1999) ve TS 2472 (1976)'da verilen yoğunluk belirleme esaslarına göre tayin edilmiştir. Kütle ölçümleri 24 saat aralıklarla 0,001 g hassasiyetli terazilerle yapılmıştır. Son iki ölçümdeki kütle farkının %0,1 değerinin altında olması durumunda elde edilen değerler değişmez kütle olarak kabul edilmiştir. Numunelerin yoğunlukları aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$\rho_{12} = \frac{m}{l \times w \times t} = \frac{m_{12}}{v_{12}}$$

Burada;

P_{12} = Hava kurusu yoğunluk (g/cm₃)

m = Numune kütlesi (g)

l,w,t = Numune ölçüleri (uzunluk, genişlik, kalınlık) (mm)

3.3.2. Rutubet miktarının tayini

Deneyde kullanılacak olan numunelerin rutubetleri TS EN 322 (1999) ve TS 2471 (1976)'da belirtilen rutubet ölçüm kriterlerine göre yapılmıştır. Numuneler, başlangıç kütle değeri ölçümünün ardından, %65 bağıl nem ve 20 C değerine sahip iklimlendirme kabinlerinde bekletilerek, kütlelerinin değişmez olması sağlanmıştır. Kütle ölçümleri 6 saat ara ile hassas teraziler yardımıyla ve 0,001 g hassasiyetle yapılmıştır. Son iki ölçümde sabit kalan kütle değeri değişmez kütle olarak kabul edilmiştir. Numunelerin rutubet değerleri aşağıdaki eşitlik kullanılarak belirlenmiştir.

$$H = \frac{m_H - m_0}{m_0} \times 100$$

Burada;

H = Rutubet miktarı (%)

m_H = Numunenin başlangıç kütlesi (g)

m_0 = Tam kuru haldeki numune kütlesi (g)

3.3.3. Gürültü seviyelerinin belirlenmesi

Planya makinesinin 3 yataklı kesici topuna yeni bilenmiş olan bıçaklar takılmış ve değişken gerekliliğine bağlı olarak kesme derinlikleri de 1 mm, 2 mm veya 3 mm olarak ayarlanmıştır.

Malzemelerin planya makinesinde işlenmesi anında ortaya çıkan gürültü seviyesinin dB olarak belirlenmesi için ortam gürültü seviyesinin ölçülmesinde Extech Instruments HD600 Gürültü Ölçüm ve Kayıt Cihazı'nın algılayıcısı, çalışma anında çalışanın kulak bölgesini 30 cm'den fazla geçmeyecek yükseklikte ve çalışma hattının tam ortasına

gelecek şekilde özel bir düzenekle yerleştirilmiştir. Bu hazırlıklardan sonra; malzeme çeşidi (2) x kesme derinliği (3) x kesme genişliği (3) = 18 farklı duruma göre planya makinesinde 20'şer dakika süreli çalışılarak siperden yardım almaksızın serbest tutuş yöntemi ile gürültü ölçüm cihazı aracılığıyla dakikada bir gürültü seviyeleri ölçülmüş, değerler otomatik olarak cihaz tarafından kaydedilmiştir (Resim 3.6). Her durum değişiminde, bir önceki duruma ait gürültü değerleri yanı sıra en küçük, en büyük ve ortalama gürültü değerleri bilgisayar ortamına kaydedilmiştir.

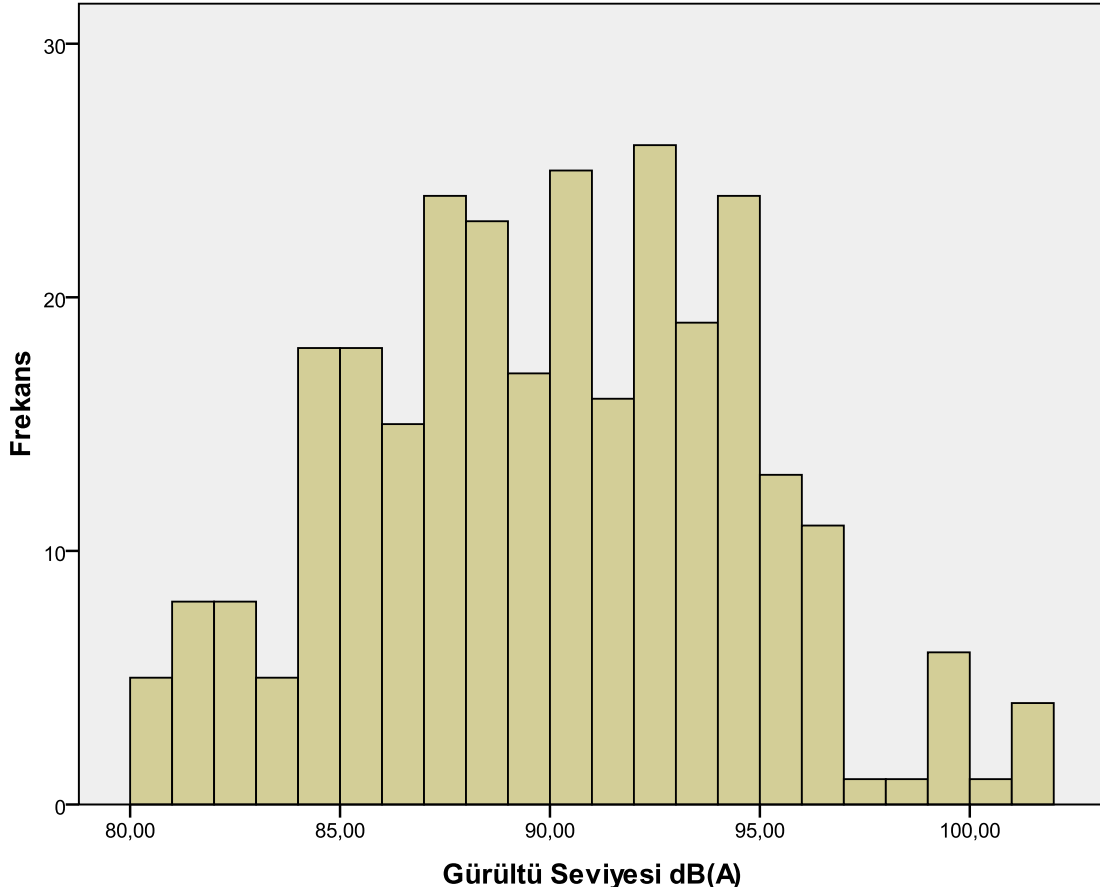


Resim 3.6. Planya makinesinde gürültü ölçümü

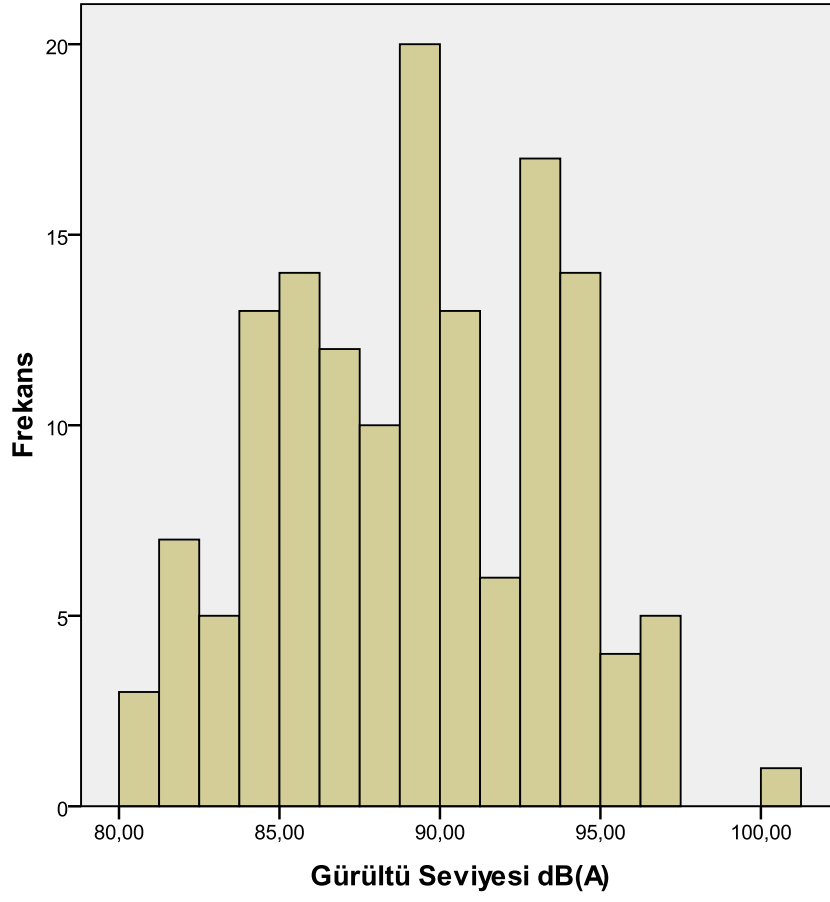
3.3.4. Verilerin analizi

Testlerle elde edilecek verilerin istatistiksel analiz tekniğinin belirlenmesi için öncelikle dağılımın normal ve varyansların homojen olup olmadığı araştırılmıştır.

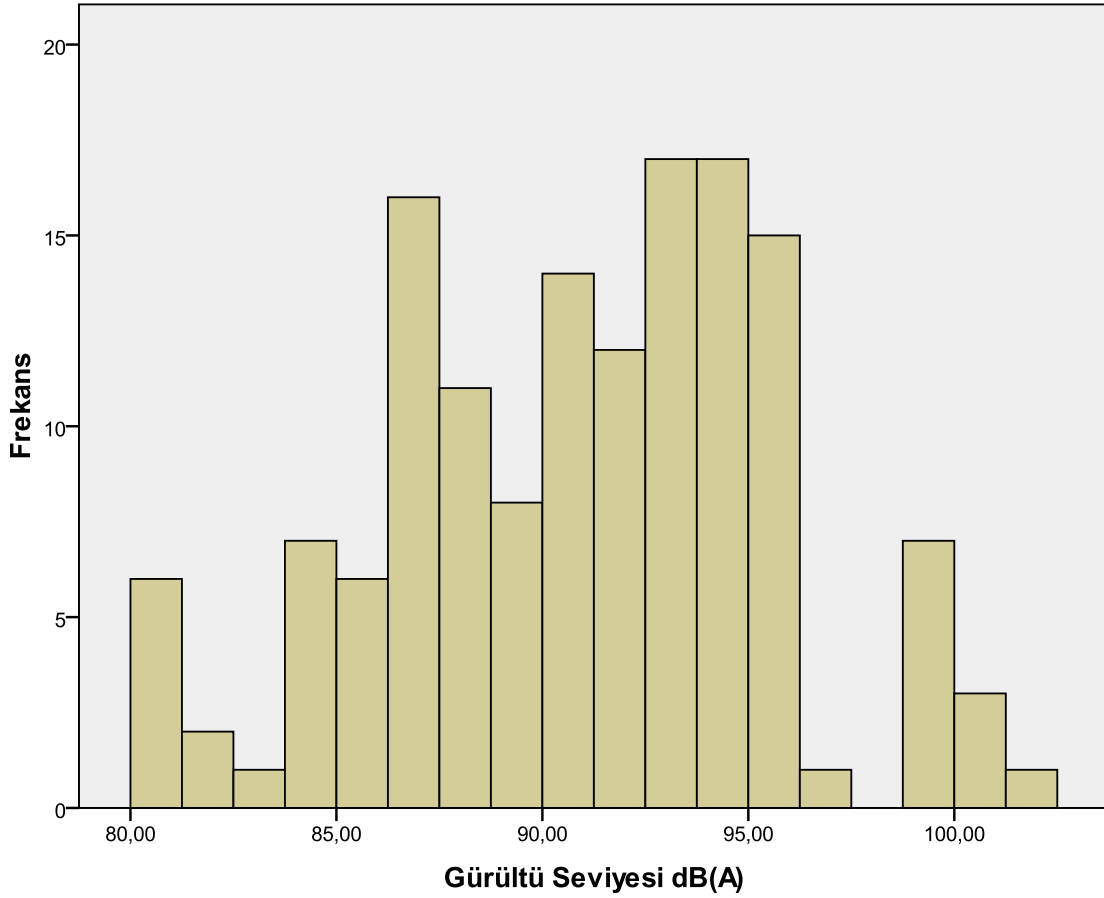
Farklı değişkenlere bağlı olarak testlerle elde edilen verilerin dağılımının normal dağılıma uygun olup olmadığının belirlenmesi amacıyla Kolmogorov Smirnov testi yapılmıştır. Test sonuçlarına göre ortaya çıkan dağılımın grafik görünümü Şekil 3.1 Şekil 3.2 ve Şekil 3.4'te ve istatistiksel analiz değerleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Tüm gürültü test değerleri için Kolmogorov Smirnov testi



Şekil 3.2. Kavağın rendelenmesine ait gürültü test değerleri için Kolmogorov Smirnov testi



Şekil 3. 3. Kayının rendelenmesine ait gürültü test değerleri için Kolmogorov Smirnov testi

Çizelge 3.1. Verilerin dağılımının normal dağılıma uygun olup olmadığının belirlenmesi amacıyla yapılan Kolmogorov Smirnov testi sonuç değerleri

		Tüm değişkenler için	Kavak	Kayın
N		288	144	144
Normal Parametreler	X	90,02	89,06	90,98
	SS	4,62	4,25	4,80
Uç Farklar	Mutlak	0,058	0,075	0,055
	Pozitif	0,035	0,050	0,055
	Negatif	-0,058	-0,075	-0,048
z		0,983	0,904	0,662
p		0,289	0,387	0,774

Çizelgeden görüleceği üzere tüm faktörlerde z değerleri ve buna bağlı anlamlılık düzeyi (p) değerleri ($>0,05$) olduğundan dağılım normal dağılımdan anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

Varyansların homojen ve eşit olup olmadığının araştırılması için verilere Levene Testi uygulanmıştır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.2. Levene Testi analiz değerleri

Parametreler	Ağaç türü	Kesme derinliği	Malzeme genişliği
Levene Değeri	1,462	2,999	1,560
df1	1	2	2
df2	286	285	285
p	0,228	0,051	0,212

Çizelgeden görüleceği üzere, Sigma değeri ($>0,05$) olduğundan varyanslar homojen ve eşittir.

Verilerle ilişkili dağılımın normal dağılım olması, varyansların homojen olması, verilerin ölçüm yoluyla elde edilmesi, nispeten homojen ve sürekli olması, değişkenler ile ilgili test ölçüm sayılarının birbirlerine eşit şekilde 20 olması ve hata seviyesinin de (p) dinamik olması gibi nedenlerle; bağımsız değişkenlerin (malzeme çeşidi, kesme derinliği ve kesme genişliği) bağımlı değişken (gürültü seviyesi) üzerinde tekli veya grup halinde etkili olup olmadığının belirlenmesinde " VARYANS ANALİZİ (F TESTİ)" tercih edilmiştir. Bu analize bağlı olarak etkinin varlığı durumunda, etkileşimin olduğu tekli değişkende grup içinde ya da etkileşimin olduğu çoklu değişkenlerde gruplararası olarak, ortalamaları, pozisyonlarını da dikkate alarak büyüklük sırasına göre karşılaştırmak için "DUNCAN ÇOKLU ARALIK TESTİ" tercih edilmiştir. Verilerin analizinde SPSS 17.0 (Statistical Package for the Social Sciences) paket programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE VERİ ANALİZİ

4.1. Testlerde Kullanılan Malzemelere İlişkin Bazı Fiziksel Özellikler

4.1.1. Yoğunluk

Araştırmada kullanılan ağaç malzemelerin türüne göre hava kuru ve tam kuru yoğunluklarına ilişkin bazı istatistiksel değerler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Deneyde kullanılan ağaç malzemelerin hava kuru ve tam kuru yoğunluklarına ilişkin bazı istatistiksel değerler

Ağaç Türü	X_{\min} (gr/cm ³)		X_{\max} (gr/cm ³)		X_{ort} (gr/cm ³)	
	TK	HK	TK	HK	TK	HK
Kavak	0,40	0,43	0,44	0,48	0,42	0,45
Kayın	0,57	0,63	0,65	0,71	0,60	0,66

X_{\min} : En küçük değer; X_{\max} : En büyük değer; X_{ort} : Ortalama değer; TK : Tam kuru yoğunluk; HK : Hava kuru yoğunluk

Deneyde kullanılan ağaç malzemelerin hava kuru ve tam kuru yoğunluk miktarları Çizelge 4.1’de en büyük, en küçük ve ortalama değer olarak verilmiştir.

4.1.2. Rutubet miktarı

Deneyde kullanılan ağaç malzemelerin rutubet miktarlarına ilişkin bazı istatistiksel değerler Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Deneyde kullanılan ağaç malzemelerin rutubet miktarlarına ilişkin bazı istatistiksel değerler

Ağaç Türü	X_{\min} (%)	X_{\max} (%)	X_{ort} (%)
Kavak	7,33	8,16	7,72
Kayın	7,06	8,28	7,57

X_{\min} : En küçük değer; X_{\max} : En büyük değer; X_{ort} : Ortalama değer

Deneyde kullanılan ağaç türlerine ilişkin rutubet değerleri Çizelge 4.2’de en büyük, en küçük ve ortalama değer olarak verilmiştir.

4.2. Kavak ve Kayının İşlenmesinde; Ağaç Türü, Malzeme Genişliği ve Kesme Derinliğinin Gürültü Seviyesine Etkisi

Kavak ve kayının işlenmesinde ağaç türü, malzeme genişliği ve kesme derinliğine göre gürültü seviyesine ilişkin bazı istatistiksel değerler Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Kavak ve kayının işlenmesinde ağaç türü, malzeme genişliği ve kesme derinliğine göre gürültü seviyesine ilişkin bazı istatistiksel değerler

Ağaç Türü	Kesme Derinliği (mm)	Malzeme Genişliği (mm)	X_{\min} (dB(A))	X_{\max} (dB(A))	X_{ort} (dB(A))	S	V
KAVAK	1	40	81,10	86,80	84,10	1,83	0,02
		80	81,20	89,80	86,00	2,75	0,03
		160	82,60	96,00	91,17	3,13	0,03
	2	40	82,00	90,50	86,16	2,73	0,03
		80	83,00	94,90	88,91	4,00	0,04
		160	88,20	95,90	93,26	1,98	0,02
	3	40	85,60	92,50	87,51	2,01	0,02
		80	86,80	92,90	89,93	1,65	0,02
		160	87,40	100,70	94,41	3,22	0,03
KAYIN	1	40	80,30	93,30	85,89	3,60	0,04
		80	82,30	90,40	87,07	2,10	0,02
		160	82,20	93,20	89,33	3,15	0,04
	2	40	81,10	92,80	88,12	3,85	0,04
		80	86,40	99,90	93,41	3,16	0,03
		160	84,10	101,10	94,32	4,91	0,05
	3	40	80,60	92,90	89,53	3,23	0,04
		80	92,10	95,20	94,17	0,75	0,01
		160	92,70	101,50	97,02	2,48	0,03

X_{\min} : En küçük değer; X_{\max} : En büyük değer; X_{ort} : Ortalama değer; SS: Standart sapma; V: Varyasyon katsayısı

Kavak ve kayının işlenmesinde farklı değişkenlere bağlı olarak Çizelge 4.3'te verilen gürültü seviyelerine göre ağaç türü, malzeme genişliği ve kesme derinliği değişkenlerinin tekli veya grup etkileşimli olarak gürültü seviyesi üzerinde etkili olup olmadığının belirlenmesine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Ağaç türü, malzeme genişliği ve kesme derinliği değişkenlerinin tekli veya grup etkileşimli olarak planya makinesinin gürültü seviyesi üzerinde etkili olup olmadığının belirlenmesine ilişkin varyans analizi

Değişkenler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata Seviyesi (p)
Ağaç türü	265,459	1	265,459	29,340	0,000
Kesme derinliği	1192,296	2	596,148	65,890	0,000
Malzeme genişliği	1947,401	2	973,701	107,619	0,000
Ağaç türü x Kesme derinliği	92,573	2	46,286	5,116	0,007
Ağaç türü x Malzeme Genişliği	81,771	2	40,886	4,519	0,012
Kesme derinliği x Malzeme Genişliği	68,312	4	17,078	1,888	0,113
Ağaç türü x Kesme derinliği x Malzeme Genişliği	44,887	4	11,222	1,240	0,294

Çizelgede de görüldüğü gibi; ağaç türü, kesme derinliği ve malzeme genişliği tekli değişkenleri ve (Ağaç türü x Kesme Derinliği) ve (Ağaç türü x Malzeme Genişliği) grup etkileşimleri planya makinesinin gürültü seviyesi üzerinde etkilidir ($p < 0,05$). (Kesme Derinliği x Malzeme Genişliği) ve (Ağaç türü x Kesme Derinliği x Malzeme Genişliği) grup etkileşimleri ise planya makinesinin gürültü seviyesi üzerinde etkili değildir ($p > 0,05$). Etkili olan değişkenlerin ve etkileşimlerin gürültü seviyesi değerlerini, pozisyonlarını da dikkate alarak büyüklük sırasına göre karşılaştırmak için DUNCAN Çoklu Aralık Testleri yapılmış ve değişken türüne göre sonuçlar aşağıda verilmiştir.

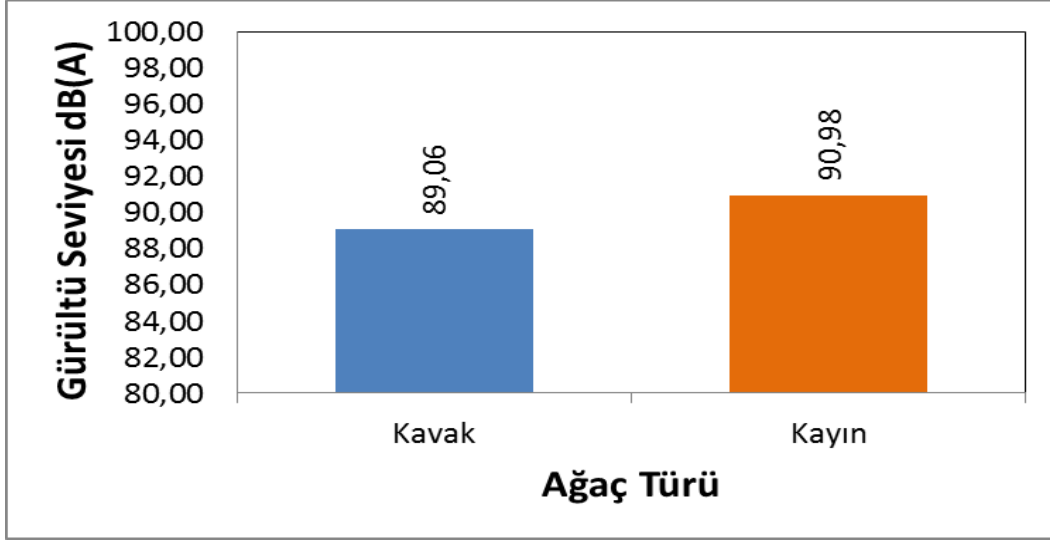
4.2.1. Ağaç türünün gürültü seviyesine etkisi

Ağaç türüne bağlı olarak gürültü seviyesi değerleri ve homojenlik grupları Çizelge 4.5'te ve sonuçların grafik gösterimi Şekil 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Ağaç türüne göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları

Ağaç Türü	GS (dB(A))	SS	HG
Kavak	89,06	4,25	B
Kayın	90,98	4,80	A

GS: Gürültü Seviyesi; SS: Standart Sapma; HG: Homojenlik Grupları; dB(A): Desibel; LSD: 0,55



Şekil 4.1. Ağaç türüne göre gürültü seviyeleri

Çizelge 4.5 ve Şekil 4.1'de görüldüğü gibi, planya makinesinde kayının işlenmesindeki gürültü seviyesi (90,98 dB(A)), kavak ağacının işlenmesindeki gürültü seviyesinden (89,06 dB(A)) daha yüksektir.

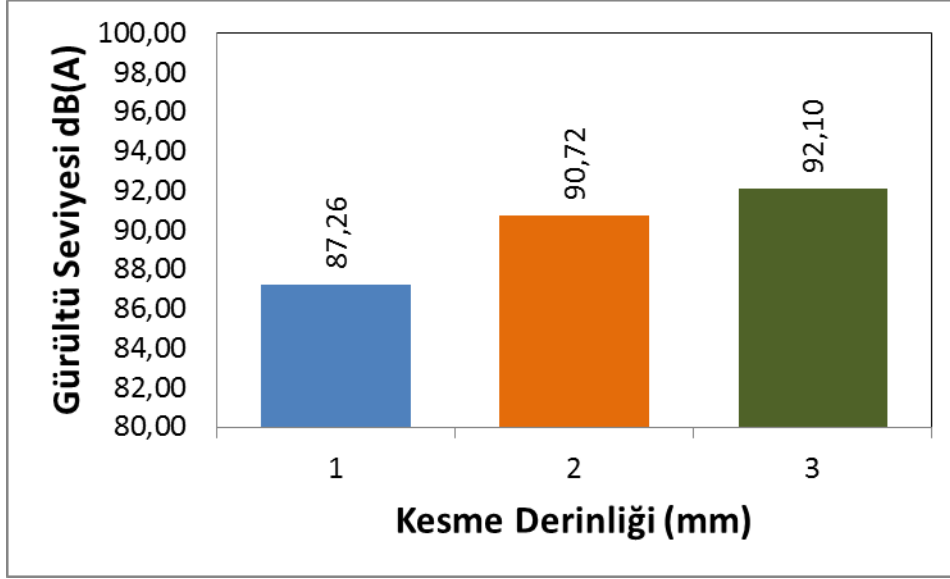
4.2.2. Kesme derinliğinin gürültü seviyesine etkisi

Kesme derinliğine bağlı olarak gürültü seviyesi değerleri ve homojenlik grupları Çizelge 4.6'da ve sonuçların grafik gösterimi Şekil 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları

Kesme derinliği (mm)	GS (dB(A))	SS	HG
1	87,26	3,63	C
2	90,72	4,72	B
3	92,10	4,07	A

GS: Gürültü Seviyesi; SS: Standart Sapma; HG: Homojenlik Grupları; dB(A): Desibel; LSD: 0,44



Şekil 4.2. Kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri

Çizelge 4.6 ve şekil 4.2'de görüldüğü gibi, kayın ve kavak malzemelerin planya makinesinde rendelenmesinde kesme derinliğine göre en yüksek gürültü seviyesi 3 mm kesme derinliğinde ortaya çıkarken (92,10 dB(A)), bunu 2 mm kesme derinliği (90,72 dB(A)) ve 1 mm kesme derinliği (87,26 dB(A)) izlemektedir.

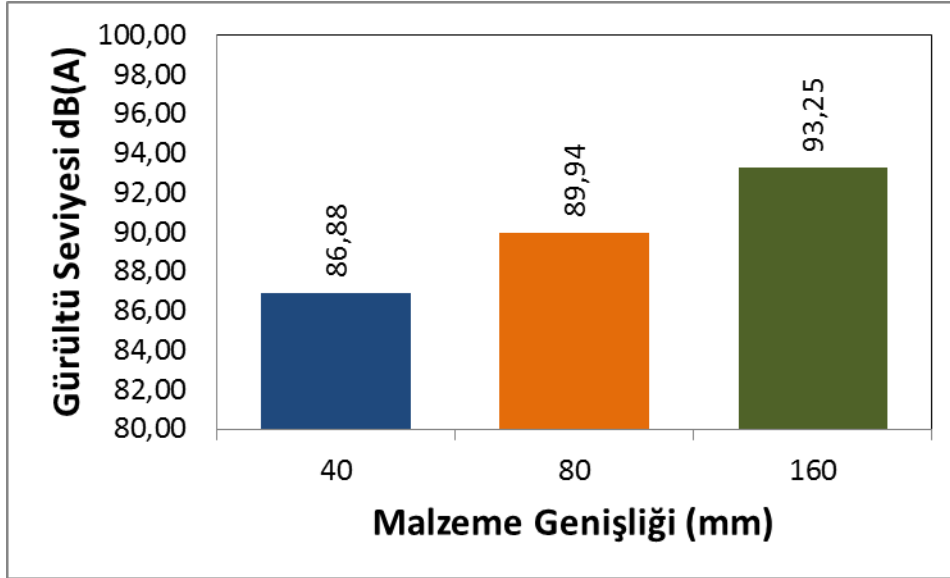
4.2.3. Malzeme genişliğinin gürültü seviyesine etkisi

Malzeme genişliğine bağlı olarak gürültü seviyesi değerleri ve homojenlik grupları Çizelge 4.7'de ve sonuçların grafik gösterimi Şekil 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.7. Malzeme genişliğine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları

Malzeme Genişliği (mm)	GS (dB(A))	SS	HG
40	86,88	3,38	C
80	89,94	4,04	B
160	93,25	4,04	A

GS: Gürültü Seviyesi; SS: Standart Sapma; HG: Homojenlik Grupları; dB(A): Desibel; LSD: 0,66



Şekil 4.3. Malzeme genişliğine göre gürültü seviyeleri

Malzeme genişliğine göre en yüksek gürültü seviyesi (93,25 dB(A)) 160 mm genişlikteki malzemelerin rendelenmesinde ortaya çıkarken, bunu 80 mm malzeme genişliği (89,94 dB(A)) ve 40 mm malzeme genişliği (86,88 dB(A)) izlemektedir.

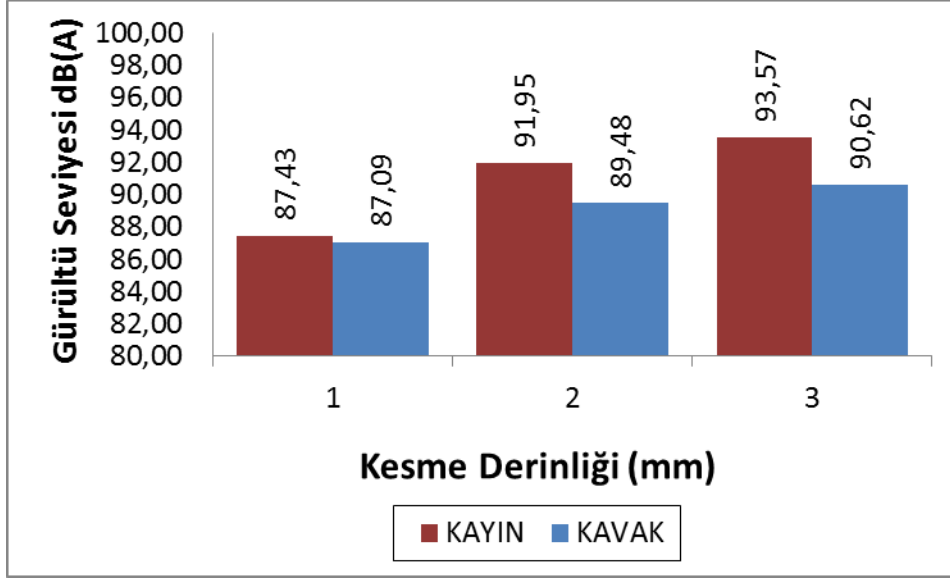
4.2.4. Ağaç türü ve kesme derinliğinin gürültü seviyesine etkisi

Ağaç türüne ve kesme derinliğine bağlı olarak gürültü seviyesi değerleri ve homojenlik grupları Çizelge 4.8’de ve sonuçların grafik gösterimi Şekil 4.4’te verilmiştir.

Çizelge 4.8. Ağaç türü ve kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları

Kesme Derinliği (mm)	Ağaç Türü					
	Kayın			Kavak		
	GS (dB(A))	SS	HG	GS (dB(A))	SS	HG
1	87,43	3,29	D	87,09	3,97	D
2	91,95	4,82	B	89,48	4,33	CD
3	93,57	3,90	A	90,62	3,71	C

GS: Gürültü Seviyesi; SS: Standart Sapma; HG: Homojenlik Grupları; dB(A): Desibel; LSD: 0,42



Şekil 4.4. Ağaç türü ve kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri

Ağaç türü ve kesme derinliği ikili etkileşimine göre en yüksek gürültü seviyesi (93,57 dB(A)) kayının 3 mm kesme derinliğinde rendelenmesinde ortaya çıkarken bunu kayının 2 mm kesme derinliğinde rendelenmesi (91,95 dB(A)) takip etmektedir. En az gürültü (87,09 dB(A)) ise kavağın 1 mm kesme derinliğinde rendelenmesinde görülmektedir.

Her üç kesme derinliğinde de, kayının rendelenmesinde daha yüksek gürültü ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, her iki ağaç türünün işlenmesinde de geçerli olmak üzere, kesme derinliği arttıkça gürültü seviyesi artmaktadır.

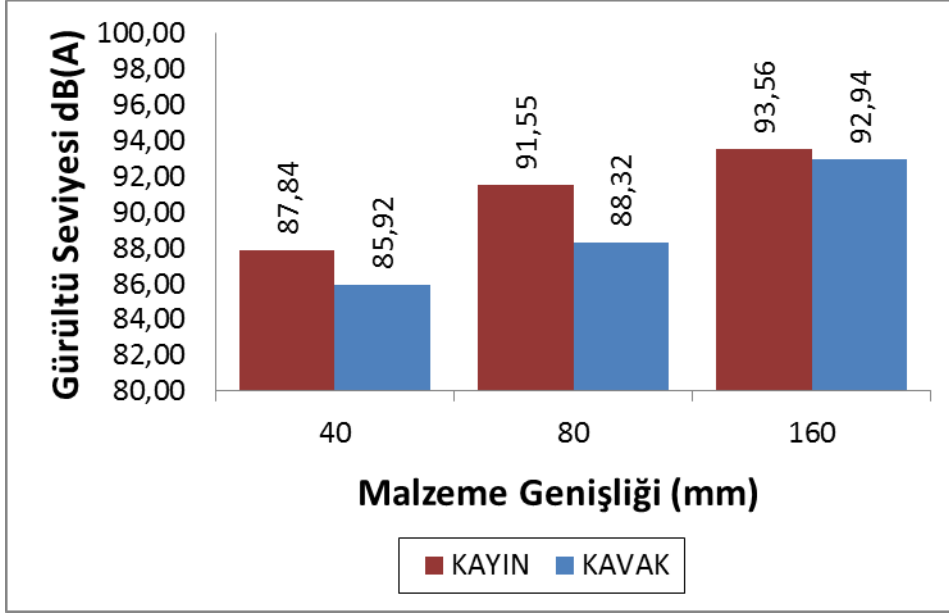
4.2.5. Ağaç türü ve malzeme genişliğinin gürültü seviyesine etkisi

Ağaç türü ve malzeme genişliğine bağlı olarak gürültü seviyesi değerleri ve homojenlik grupları Çizelge 4.9'da ve sonuçların grafik gösterimi Şekil 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.9. Ağaç türü ve malzeme genişliğine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları

Malzeme Genişliği (mm)	Ağaç Türü					
	Kayın			Kavak		
	GS (dB(A))	SS	HG	GS (dB(A))	SS	HG
40	87,84	3,81	CD	85,92	2,60	D
80	91,55	3,89	B	88,32	3,55	C
160	93,56	4,82	A	92,94	3,09	AB

GS: Gürültü Seviyesi; SS: Standart Sapma; HG: Homojenlik Grupları; dB(A): Desibel; LSD: 0,49



Şekil 4. 5. Ağaç türü ve malzeme genişliğine göre gürültü seviyeleri

Ağaç türü ve malzeme genişliği ikili etkileşimine göre en yüksek gürültü seviyesi (93,56 dB(A)) 160 mm genişlikteki kayının rendelenmesinde ortaya çıkarken bunu 160 mm genişlikteki kavağın rendelenmesi (92,94 dB(A)) ve 80 mm genişlikteki kayının rendelenmesi (91,55 dB(A)) takip etmektedir. En az gürültü (85,92 dB(A)) ise 40 mm genişlikteki kavağın rendelenmesinde ortaya çıkmaktadır.

Her üç kesme genişliğinde de, kayının rendelenmesinde daha yüksek gürültü ortaya çıkmaktadır. Hem kayın hem de kavağın rendelenmesinde malzeme genişliği arttıkça gürültü seviyesi artmaktadır.

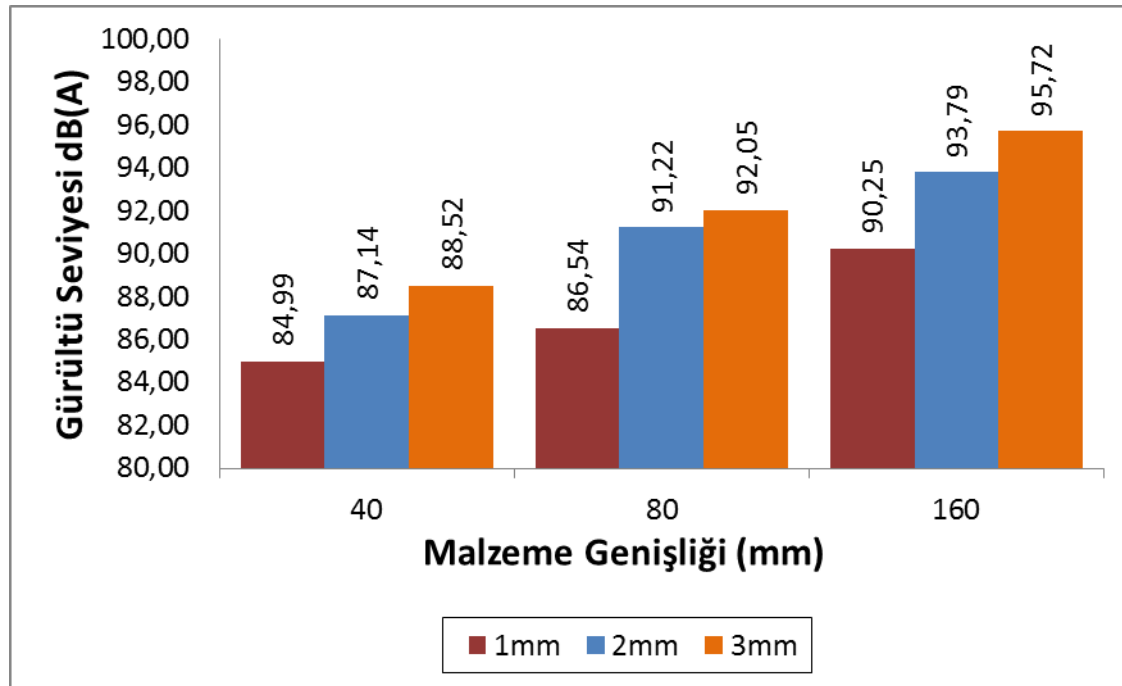
4.2.6. Malzeme genişliği ve kesme derinliğinin gürültü seviyesine etkisi

Malzeme genişliği ve kesme derinliğine bağlı olarak gürültü seviyesi değerleri ve homojenlik grupları Çizelge 4.10'da ve sonuçların grafik gösterimi Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Malzeme genişliği ve kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları

Malzeme Genişliği (mm)	Kesme derinliği (mm)								
	1			2			3		
	GS (dB(A))	SS	HG	GS (dB(A))	SS	HG	GS (dB(A))	SS	HG
40	84,99	2,95	G	87,14	3,43	EF	88,52	2,84	E
80	86,54	2,47	F	91,22	4,42	CD	92,05	2,49	C
160	90,25	3,23	D	93,79	3,72	B	95,72	3,12	A

GS: Gürültü Seviyesi; SS: Standart Sapma; HG: Homojenlik Grupları; dB(A): Desibel; LSD: 0,02



Şekil 4.6. Malzeme genişliği ve kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri

Malzeme genişliği ve kesme derinliği ikili etkileşimine göre en yüksek gürültü seviyesi (95,72 dB(A)) 160 mm genişlikteki malzemelerin 3 mm kesme derinliği ile rendelenmesinde ortaya çıkarken bunu 160 mm genişlikteki malzemelerin 2 mm kesme derinliğinde rendelenmesi (93,79 dB(A)) ve 80 mm genişlikteki malzemelerin 3 mm kesme derinliğinde rendelenmesi (92,05 dB(A)) takip etmektedir. En düşük gürültü seviyesi (84,99 ve 87,14 dB(A)) ise aralarındaki fark önemsiz olmak üzere 40 mm genişlikteki malzemelerin 1 mm kesme derinliğinde rendelenmesinde ortaya çıkmaktadır.

Şekil 4.6'daki grafiklere göre malzeme genişliği arttıkça gürültü seviyesi artarken 40 mm, 80mm ve 160 mm malzeme genişlikleri için 3 mm kesme derinliğinde, diğer kesme derinliklerine göre, daha yüksek gürültü ortaya çıkmaktadır. Bunu 2 mm ve 1 mm kesme

derinlikleri izlemektedir. Hem kesme derinliği hem de malzeme genişliğinin artışı gürültü seviyesinde artışa neden olmaktadır.

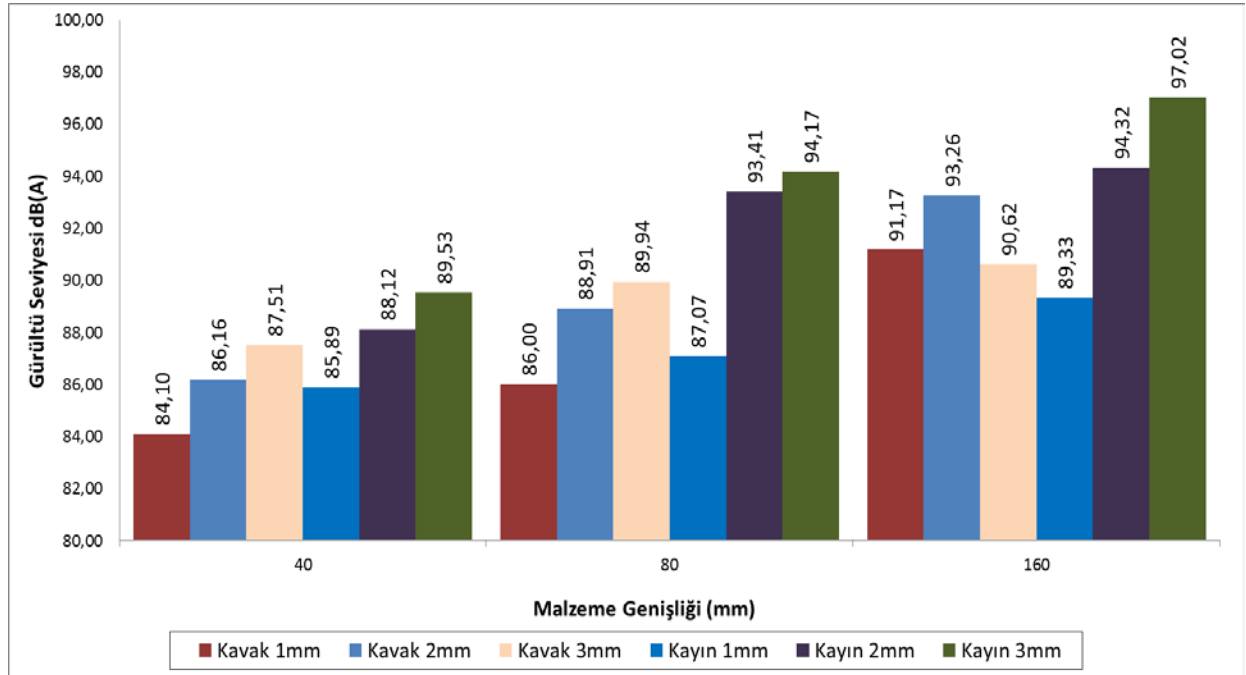
4.2.7. Ağaç türü, malzeme genişliği ve kesme derinliğinin gürültü seviyesine etkisi

Ağaç türü, malzeme genişliği ve kesme derinliğine bağlı olarak gürültü seviyesi değerleri ve homojenlik grupları Çizelge 4.11'de ve sonuçların grafik gösterimi Şekil 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Ağaç türü, malzeme genişliği ve kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları

Kesme Derinliği (mm)	Malzeme Genişliği (mm)	Ağaç Türü					
		Kavak			Kayın		
		X _{ort} (dB(A))	SS	HG	X _{ort} (dB(A))	SS	HG
1	40	84,10	1,83	G	85,89	3,60	F
	80	86,00	2,75	F	87,07	2,10	E
	160	91,17	3,13	BC	89,33	3,15	D
2	40	86,16	2,73	EF	88,12	3,85	DE
	80	88,91	4,00	D	93,41	3,16	B
	160	93,26	1,98	B	94,32	4,91	AB
3	40	87,51	2,01	DE	89,53	3,23	CD
	80	89,94	1,65	CD	94,17	0,75	AB
	160	90,62	3,22	C	97,02	2,48	A

GS: Gürültü Seviyesi; SS: Standart Sapma; HG: Homojenlik Grupları; dB(A): Desibel; LSD: 0,18



Şekil 4.7. Ağaç türü, malzeme genişliği ve kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri

Ağaç türü, malzeme genişliği ve kesme derinliği üçlü etkileşimine göre en yüksek gürültü seviyesi (97,02 dB(A) ve 94,32 dB(A)) aralarındaki farklar önemsiz olarak 160 mm genişlikteki kayın malzemelerin 2 mm ve 3 mm kesme derinliğinde rendelenmesinde ortaya çıkarken bunu 80 mm genişlikteki kayının 3 mm kesme derinliğinde rendelenmesi (94,17 dB(A)) izlemektedir. En düşük gürültü seviyesi (84,1 ve 85,89 dB(A)) ise aralarındaki fark önemsiz olmak üzere 40 mm genişlikteki kayının 1 mm ve kavak 1 mm kesme derinliğinde rendelenmesinde ortaya çıkmaktadır.

4.3. Kavağın İşlenmesinde, Kesme Derinliği ve Malzeme Genişliğinin Gürültü Seviyesine Etkisi

Kavağın işlenmesinde kesme derinliği ve malzeme genişliğine göre gürültü seviyesine ilişkin bazı istatistiksel değerler Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Kavağın işlenmesinde kesme derinliği ve malzeme genişliğine göre gürültü seviyesine ilişkin bazı istatistiksel değerler

Kesme Derinliği (mm)	Malzeme Genişliği (mm)	X_{\min} (dB(A))	X_{\max} (dB(A))	X_{ort} (dB(A))	SS	V
1	40	81,10	86,80	84,10	1,83	0,02
	80	81,20	89,80	86,00	2,75	0,03
	160	82,60	96,00	91,17	3,13	0,03
2	40	82,00	90,50	86,16	2,73	0,03
	80	83,00	94,90	88,91	4,00	0,04
	160	88,20	95,90	93,26	1,98	0,02
3	40	85,60	92,50	87,51	2,01	0,02
	80	86,80	92,90	89,94	1,65	0,02
	160	87,40	100,70	94,41	3,22	0,03

X_{\min} : En küçük değer; X_{\max} : En büyük değer; X_{ort} : Ortalama değer; SS: Standart sapma; V: Varyasyon katsayısı.

Kavağın işlenmesinde farklı değişkenlere bağlı olarak Çizelge 4.12’te verilen gürültü seviyelerine göre malzeme genişliği ve kesme derinliği değişkenlerinin tekli veya grup etkileşimli olarak gürültü seviyesi üzerinde etkili olup olmadığının belirlenmesine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.13’te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Kavağın işlenmesinde malzeme genişliği ve kesme derinliği değişkenlerinin tekli veya grup etkileşimli olarak gürültü seviyesi üzerinde etkili olup olmadığının belirlenmesine ilişkin varyans analizi

Değişkenler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata Seviyesi (p)
Kesme derinliği	310,358	2	155,179	21,388	0,000
Malzeme genişliği	1225,484	2	612,742	84,455	0,000
Kesme derinliği x Malzeme Genişliği	4,177	4	1,044	0,144	0,965

Çizelgeden de görüldüğü gibi; kavağın planya makinesinde işlenmesinde, $p \leq 0,05$ olduğundan, malzeme genişliği ve kesme derinliği tekli değişkenleri gürültü seviyesi üzerinde etkili bulunurken (kesme derinliği x malzeme genişliği) ikili etkileşimi etkisiz ($p \geq 0,05$) bulunmuştur. Etkili olan değişkenlere ait gürültü seviyesi değerlerini, pozisyonlarını da dikkate alarak büyüklük sırasına göre karşılaştırmak için DUNCAN Çoklu Aralık Testleri yapılmış, değişken türüne göre sonuçlar aşağıda verilmiştir.

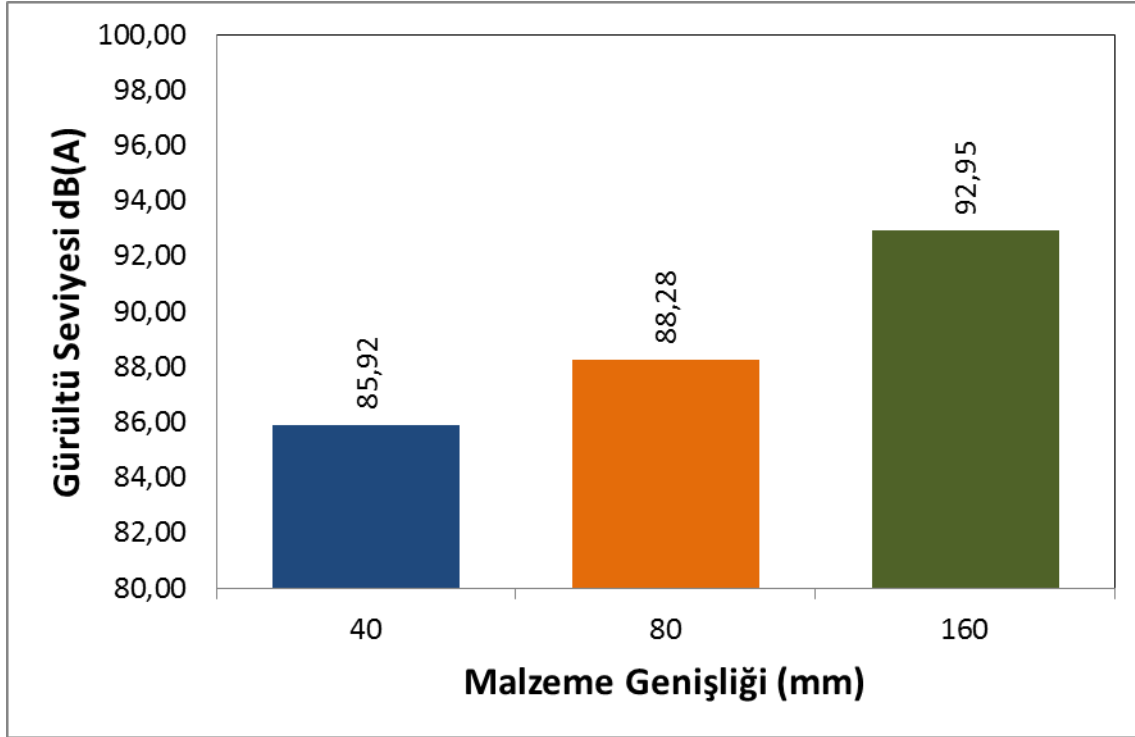
4.3.1. Malzeme genişliğinin gürültü seviyesine etkisi

Malzeme genişliğine bağlı olarak gürültü seviyesi değerleri ve homojenlik grupları Çizelge 4.14'te ve sonuçların grafik gösterimi Şekil 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Kavağın işlenmesinde malzeme genişliğine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları

Malzeme genişliği (mm)	GS (dB(A))	SS	HG
40	85,92	2,60	C
80	88,28	3,35	B
160	92,95	3,09	A

GS: Gürültü Seviyesi; SS: Standart Sapma; HG: Homojenlik Grupları; dB(A): Desibel; LSD: 0,49



Şekil 4.8. Kavağın işlenmesinde malzeme genişliğine göre gürültü seviyeleri

Kavağın işlenmesinde malzeme genişliğine bağlı olarak en yüksek gürültü (92,95 dB(A)) 160 mm genişlikte ortaya çıkarken bunu sırası ile 80 mm genişlik (88,28 dB(A)) ve 40 mm genişlik (85,92 dB(A)) takip etmektedir.

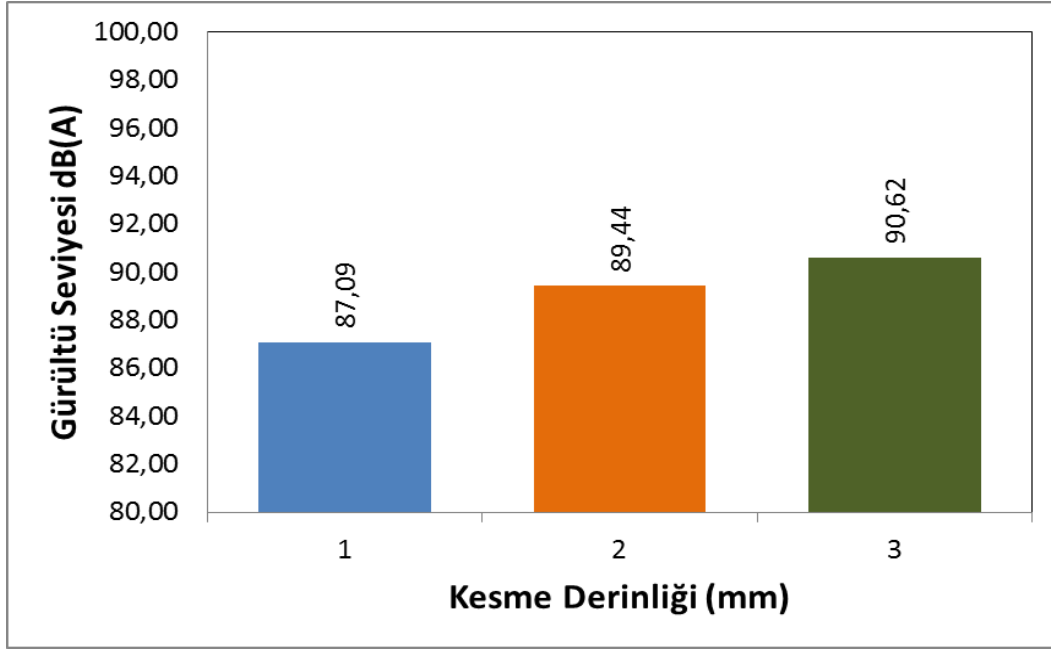
4.3.2. Kesme derinliğinin gürültü seviyesine etkisi

Kesme derinliğine bağlı olarak gürültü seviyesi değerleri ve homojenlik grupları izelge 4.15'te ve sonuçların grafik gösterimi Şekil 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.15. Kavağın işlenmesinde kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları

Kesme Derinliği (mm)	GS (dB(A))	SS	HG
1	87,09	3,97	C
2	89,44	4,18	B
3	90,62	3,71	A

GS: Gürültü Seviyesi; SS: Standart Sapma; HG: Homojenlik Grupları; dB(A): Desibel; LSD: 0,26



Şekil 4.9. Kavağın işlenmesinde kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri

Kavağın işlenmesinde kesme derinliğine bağlı olarak en yüksek gürültü (90,62 dB(A)) 3 mm genişlikte ortaya çıkarken bunu sırası ile 2 mm derinlik (89,44 dB(A)) ve 1 mm derinlik (87,09 dB(A)) takip etmektedir. Bu değerlere göre kesme derinliği arttıkça gürültü seviyesi de artmaktadır.

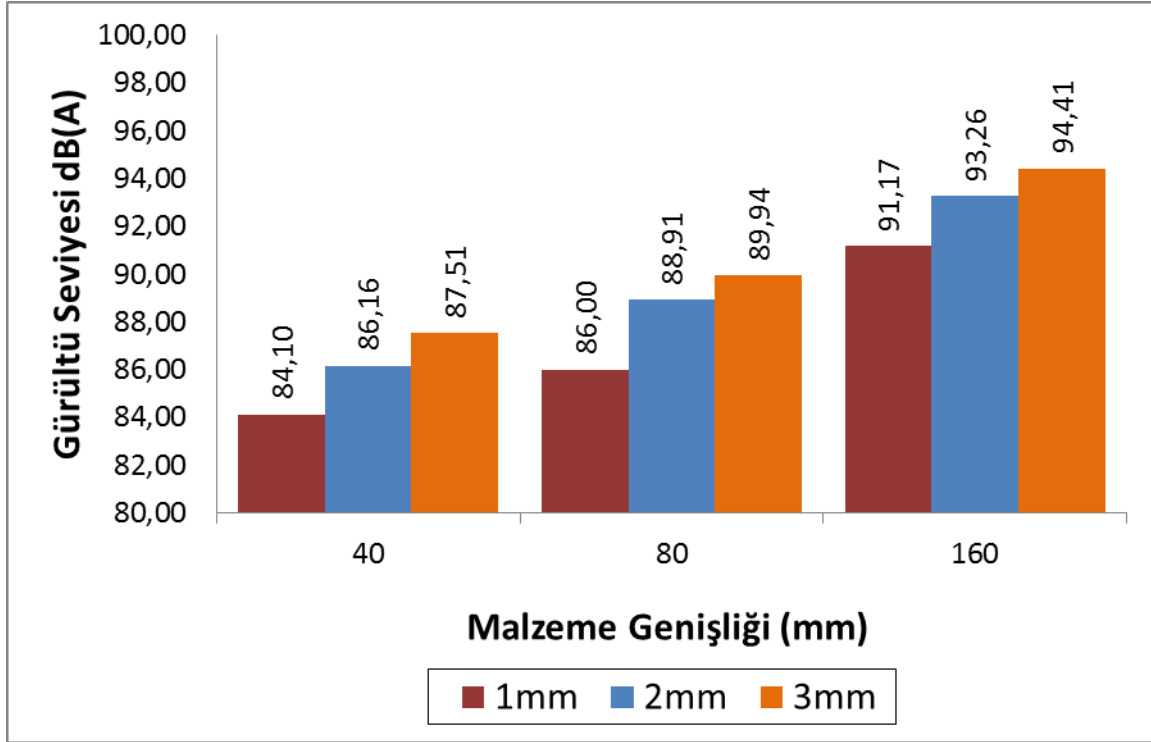
4.3.3. Kesme derinliği ve malzeme genişliğinin gürültü seviyesine etkisi

Malzeme genişliği ve kesme derinliğine bağlı olarak gürültü seviyesi değerleri ve homojenlik grupları Çizelge 4.16'da ve sonuçların grafik gösterimi Şekil 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Malzeme genişliği ve kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları

Malzeme Genişliği (mm)	Kesme derinliği (mm)								
	1			2			3		
	GS (dB(A))	SS	HG	GS (dB(A))	SS	HG	GS (dB(A))	SS	HG
40	84,10	1,83	F	86,16	2,73	E	87,51	2,01	D
80	86,00	2,75	E	88,91	4,00	CD	89,94	1,65	C
160	91,17	3,13	BC	93,26	1,98	B	94,41	3,22	A

GS: Gürültü Seviyesi; SS: Standart Sapma; HG: Homojenlik Grupları; dB(A): Desibel; LSD: 0,03



şekil 4.10. Kavağın işlenmesinde kesme derinliği ve malzeme genişliğine göre gürültü seviyeleri

Kavağın işlenmesinde kesme derinliği ve malzeme genişliği ikili etkileşimine bağlı olarak en yüksek gürültü (94,41 dB(A)) 3 mm genişlikte ve 160 mm malzeme genişliğinde ortaya çıkarken bunu sırası aynı malzeme genişliğinde (160 mm) 2 mm kesme derinliği (93,26 dB(A)) ve 1 mm kesme derinliği (91,17 dB(A)) takip etmektedir. En düşük gürültü ise 40 mm genişlikteki malzemenin 1 mm kesme derinliğinde (84,10 dB(A)) ve 80 mm genişlikteki malzemenin 2 mm kesme derinliğinde (86,00 dB(A)) rendelenmesi ile ortaya çıkmaktadır.

4.4. Kayının İşlenmesinde Kesme Derinliği ve Malzeme Genişliğinin Gürültü Seviyesine Etkisi

Kayının işlenmesinde kesme derinliği ve malzeme genişliğine bağlı gürültü seviyelerine ilişkin bazı istatistiksel değerler izelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Kayının işlenmesinde kesme derinliği ve malzeme genişliğine bağlı gürültü seviyelerine ilişkin bazı istatistiksel değerler

Kesme Derinliği (mm)	Malzeme Genişliği (mm)	X_{\min} (dB(A))	X_{\max} (dB(A))	X_{ort} (dB(A))	SS	V
1	40	80,30	93,30	85,89	3,60	0,04
	80	82,30	90,40	87,07	2,10	0,02
	160	82,20	93,20	89,33	3,15	0,04
2	40	81,10	92,80	88,12	3,85	0,04
	80	86,40	99,90	93,41	3,16	0,03
	160	84,10	101,10	94,32	4,91	0,05
3	40	80,60	92,90	89,53	3,23	0,04
	80	92,10	95,20	94,17	0,75	0,01
	160	92,70	101,50	97,02	2,48	0,03

X_{\min} : En küçük değer; X_{\max} : En büyük değer; X_{ort} : Ortalama değer; SS: Standart sapma; V: Varyasyon katsayısı

Kayının işlenmesinde farklı değişkenlere bağlı olarak Çizelge 4.17’de verilen gürültü seviyelerine göre malzeme genişliği ve kesme derinliği değişkenlerinin tekli veya grup etkileşimli olarak gürültü seviyesi üzerinde etkili olup olmadığının belirlenmesine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Kayının işlenmesinde malzeme genişliği ve kesme derinliği değişkenlerinin tekli veya grup etkileşimli olarak gürültü seviyesi üzerinde etkili olup olmadığının belirlenmesine ilişkin varyans analizi

Değişkenler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata Seviyesi (p)
Kesme derinliği	972,886	2	486,443	46,837	0,000
Malzeme genişliği	806,705	2	403,353	38,836	0,000
Kesme derinliği *Malzeme Genişliği	107,963	4	26,991	2,599	0,039

Çizelgeden de görüldüğü gibi; kayının planya makinesinde işlenmesinde, $p \leq 0,05$ olduğundan, kesme derinliği ve malzeme genişliği değişkenleri tekli olarak veya (kesme derinliği x malzeme genişliği) ikili etkileşimi ile gürültü seviyesi üzerinde etkili bulunmuştur. Etkili olan değişkenlere ve etkileşimlere ait gürültü seviyesi değerlerini, pozisyonlarını da dikkate alarak büyüklük sırasına göre karşılaştırmak için DUNCAN Çoklu Aralık Testleri yapılmış ve değişkenlere bağlı sonuçlar çizelge ve grafik olarak aşağıda sırasıyla verilmiştir.

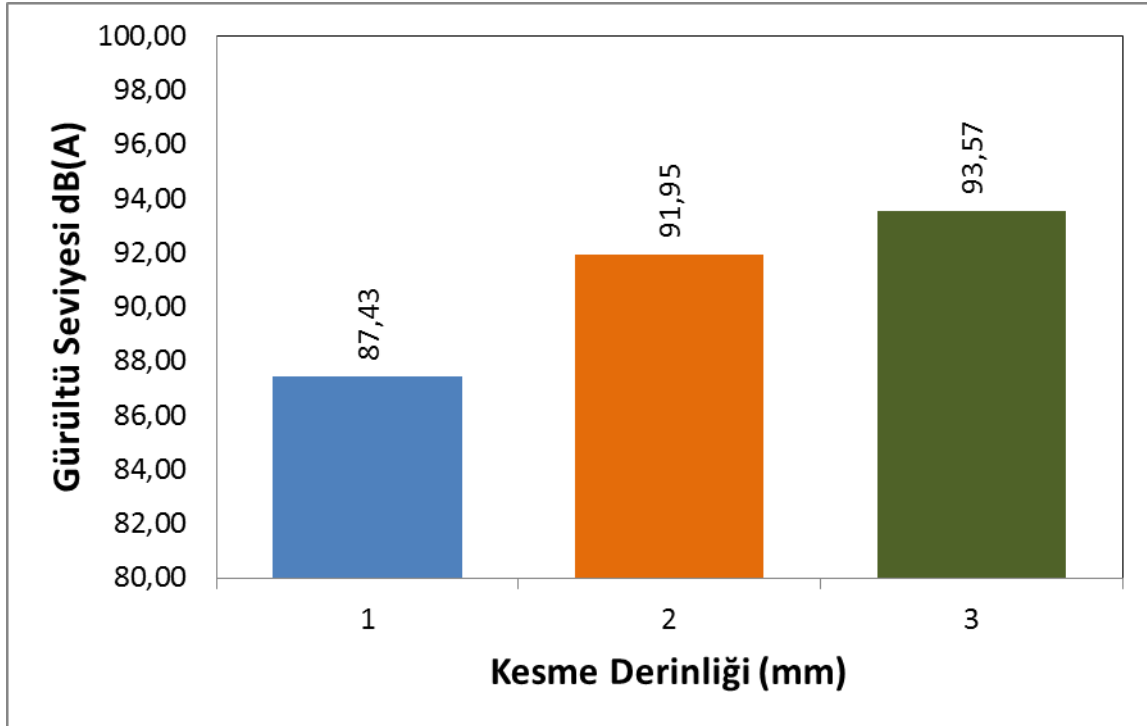
4.4.1. Kesme derinliğinin gürültü seviyesine etkisi

Kesme derinliğine bağlı olarak gürültü seviyesi değerleri ve homojenlik grupları Çizelge 4.19'da ve sonuçların grafik gösterimi Şekil 4.11'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Kayının planya makinesinde işlenmesinde kesme derinliğine bağlı gürültü seviyesi değerleri ve homojenlik grupları

Kesme derinliği (mm)	GS (dB(A))	SS	HG
1	87,43	3,29	C
2	91,95	4,82	B
3	93,57	3,90	A

GS: Gürültü Seviyesi; SS: Standart Sapma; HG: Homojenlik Grupları; dB(A): Desibel; LSD: 0,61



Şekil 4.11. Kayının işlenmesinde kesme derinliğine göre gürültü seviyeleri

Kayının işlenmesinde kesme derinliğine bağlı olarak en yüksek gürültü (91,90 dB(A)) 3 mm kesme derinliğinde ortaya çıkarken bunu sırası ile 2 mm kesme derinliği (90,94 dB(A)) ve 1 mm kesme derinliği (92,52 dB(A)) takip etmektedir. Bu değerlere göre, kesme derinliği arttıkça gürültü seviyesi artmaktadır.

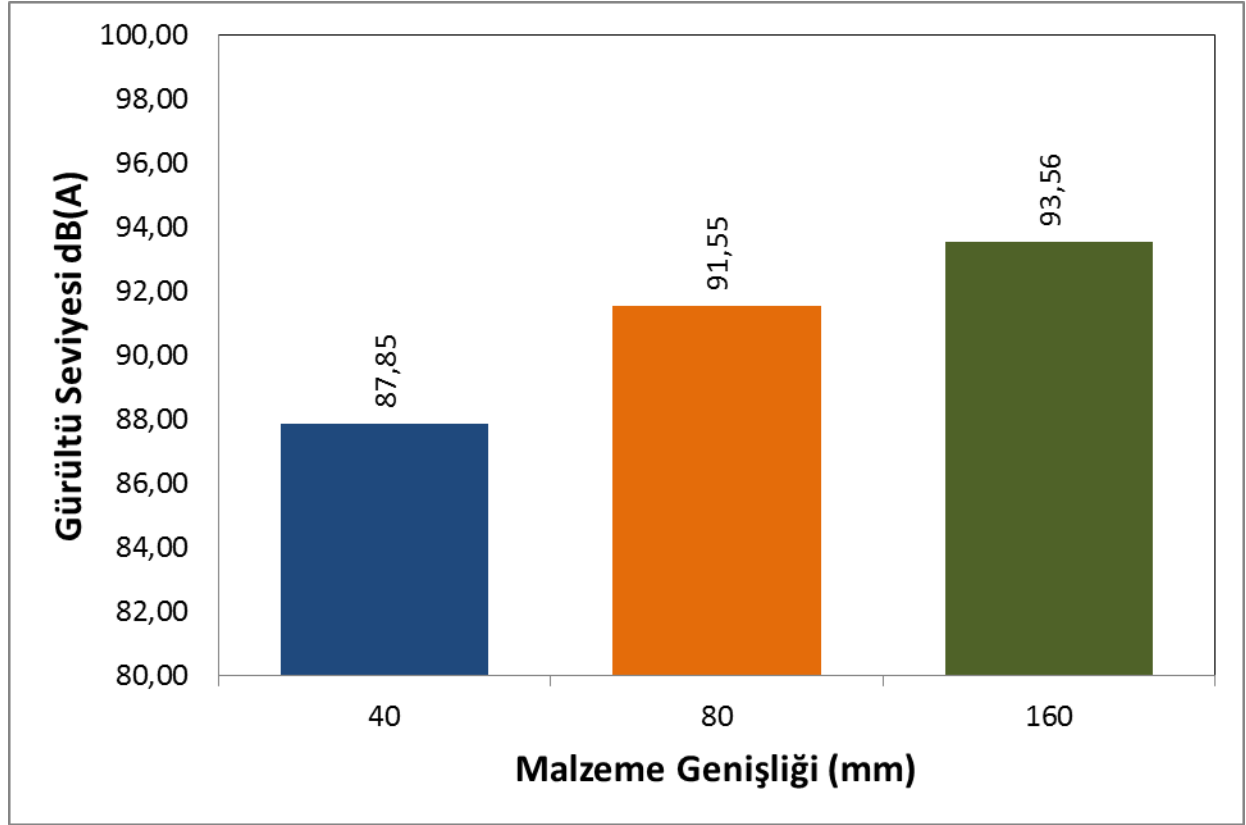
4.4.2. Malzeme genişliğinin gürültü seviyesine etkisi

Malzeme genişliğine bağlı olarak gürültü seviyesi değerleri ve homojenlik grupları Çizelge 4.20'de ve sonuçların grafik gösterimi Şekil 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Kayının işlenmesinde malzeme genişliğine bağlı gürültü seviyesi değerleri ve homojenlik grupları

Malzeme genişliği (mm)	GS (dB(A))	SS	HG
40	87,85	3,81	C
80	91,55	3,89	B
160	93,56	4,82	A

GS: Gürültü Seviyesi; SS: Standart Sapma; HG: Homojenlik Grupları; dB(A): Desibel; LSD: 0,08



Şekil 4.12. Kayının işlenmesinde malzeme genişliğine bağlı gürültü seviyeleri

Kayının işlenmesinde malzeme genişliğine bağlı olarak en yüksek gürültü (91,83 dB(A)) 160 mm genişlikte ortaya çıkarken bunu sırası ile 80 mm genişlik (90,82 dB(A)) ve 40 mm genişlik (87,70 dB(A)) takip etmektedir. Bu değerlere göre, malzeme genişliği arttıkça gürültü seviyesi de artmaktadır.

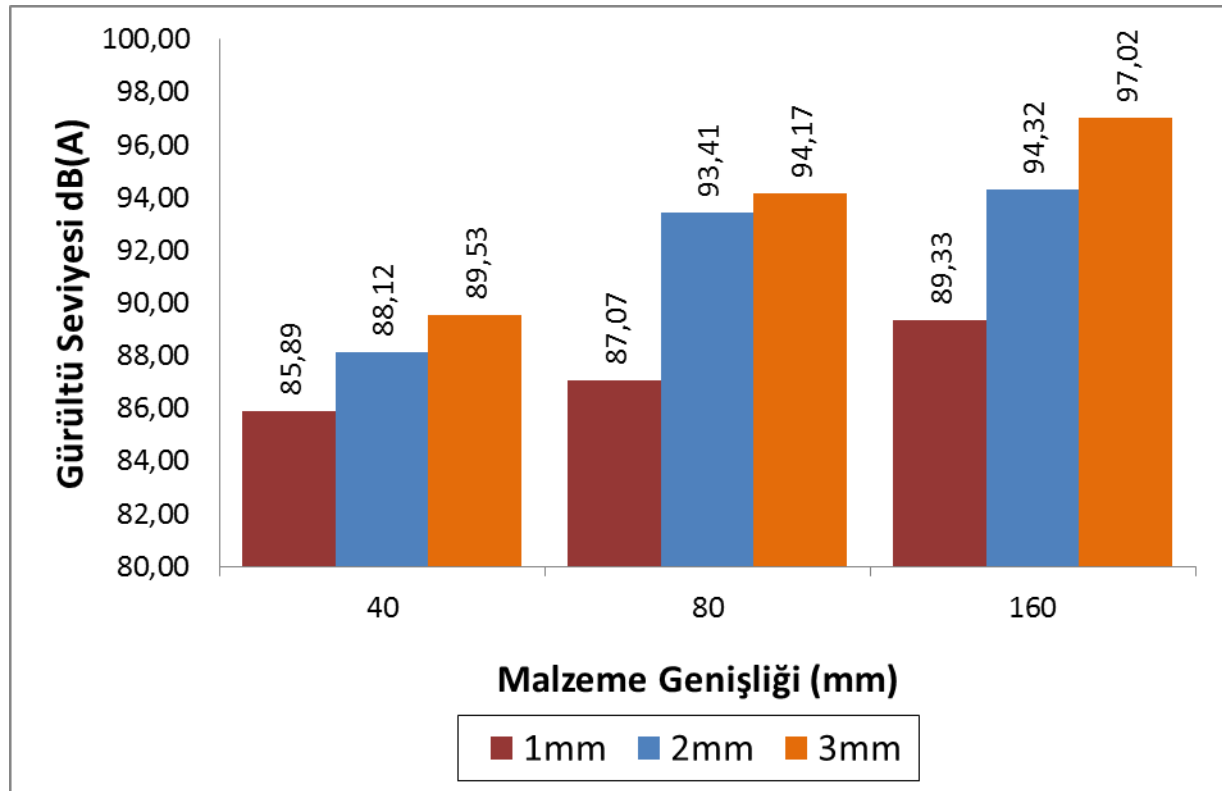
4.4.3. Kesme derinliği ve malzeme genişliğinin gürültü seviyesine etkisi

Kesme derinliği ve malzeme genişliğine bağlı olarak gürültü seviyesi değerleri ve homojenlik grupları Çizelge 4.21'de ve sonuçların grafik gösterimi Şekil 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Kayının işlenmesinde kesme derinliği ve malzeme genişliğine bağlı gürültü seviyesi değerleri ve homojenlik grupları

Malzeme Genişliği (mm)	Kesme derinliği (mm)								
	1			2			3		
	GS (dB(A))	SS	HG	GS (dB(A))	SS	HG	GS (dB(A))	SS	HG
40	85,89	3,60	F	88,12	3,85	DE	89,53	3,23	CD
80	87,07	2,10	E	93,41	3,16	C	94,17	0,75	B
160	89,33	3,15	D	94,32	4,91	B	97,02	2,48	A

GS: Gürültü Seviyesi; SS: Standart Sapma; HG: Homojenlik Grupları; dB(A): Desibel; LSD: 0,01



Şekil 4.13. Kayının işlenmesinde kesme derinliği ve malzeme genişliğine bağlı gürültü seviyeleri

Kayının işlenmesinde kesme derinliği ve malzeme genişliğine bağlı olarak en yüksek gürültü (97,02 dB(A), 94,32 dB(A) ve 94,17 dB(A)) aralarındaki fark önemli olmamak

üzere 160 mm genişlikteki kayının 2mm ve 3mm kesme derinliğinde ve 80 mm genişlikteki kayının 3 mm kesme derinliğinde işlenmesinde ortaya çıkarken bunu sırası ile 80 mm genişlikteki malzemenin 2 mm kesme derinliğinde işlenmesi (93,41 dB(A)) takip etmektedir. En düşük gürültü seviyesi ise (85,89 dB(A)) 40 mm genişlikteki malzemenin 1 mm kesme derinliği ile işlenmesinde ortaya çıkmaktadır.

5. SONUÇLAR, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Bu çalışmada kavak ve kayın malzemelerin planya makinesinde rendelenmesinde malzeme genişliği (40 mm, 80 mm ve 160 mm) kesme derinliğinin (1 mm, 2 mm ve 3 mm) gürültü seviyesine etkisi araştırılmıştır. Ağaç türü (2) x Malzeme genişliği (3) x kesme derinliği (3) = 18 farklı kombinasyonda yapılan testlerden elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinden aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Ağaç türü, malzeme genişliği ve kesme derinliği değişkenleri tekli olarak ve ikili ve üçlü kombinasyonlarla gürültü seviyesi üzerinde genelde etkili bulunmuştur.

Planya makinesinde kayının rendelenmesi işleminde ortaya çıkan gürültü seviyesi (90,11 dB(A)), kavağın işlenmesinde ortaya çıkan gürültü seviyesinden (88,92 dB(A)) daha yüksektir. Kesme derinliği arttıkça gürültü seviyesi de artmaktadır. 1 mm kesme derinliğinde gürültü seviyesi (87,89 dB(A)) iken bu değer 2 mm kesme derinliğinde (89,82 dB(A))'ya ve 3 mm kesme derinliğinde (90,82 dB(A))'ya yükselmektedir. Malzeme genişliği artışı da gürültü seviyesini beraberinde getirmektedir. 40 mm, 80 mm ve 160 mm malzeme genişlikleri, sırası ile (86,77 dB(A)), (89,61 dB(A)), ve (92,18 dB(A))'dır.

Ağaç türü ve kesme derinliği ikili etkileşimine göre, 2 mm ve 3 mm kesme derinliklerinde kayının rendelenmesinde daha yüksek gürültü (91,90/89,78 dB(A) ve 90,94/88,71 dB(A)) ortaya çıkarken 1 mm kesme derinliğinde kavağın rendelenmesinde daha yüksek gürültü (88,25/87,53 dB(A)) ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, hem kayın hem de kavağın 3 mm kesme derinliğinde rendelenmesinde, 1 mm ve 2 mm kesme derinliğinde rendelemeye kıyasla daha az gürültü ortaya çıkmaktadır.

Ağaç türü ve malzeme genişliği ikili etkileşimine göre 40 mm ve 80 mm kesme genişliklerinde kayının rendelenmesinde daha yüksek gürültü (87,70/85,87 dB(A) ve 90,82/88,44 dB(A)) ortaya çıkarken, 160 mm kesme genişliğinde ise kavağın rendelenmesinde daha yüksek gürültü (92,52/91,83 dB(A)) ortaya çıkmaktadır. Hem kavağın rendelenmesinde (85,87 dB(A)'dan (92,52 dB(A))'ya) hem de kayının rendelenmesinde (87,70 dB(A)'dan (91,83 dB(A))'ya) malzeme genişliği arttıkça gürültü seviyesi artmaktadır.

Malzeme genişliği ve kesme derinliği ikili etkileşimine göre malzeme genişliği arttıkça gürültü seviyesi artarken 40 mm, 80mm ve 160 mm malzeme genişlikleri için 2 mm kesme derinliğinde, diğer kesme derinliklerine göre daha yüksek gürültü (40 mm için 86,48/87,82/86,38 dB(A), 80 mm için 87,91/90,73/90,20 dB(A) ve 160 mm için 89,24/94,37/92,99 dB(A)) ortaya çıkmaktadır. Bunu 3 mm ve 1 mm kesme derinlikleri izlemektedir.

Ağaç türü, malzeme genişliği ve kesme derinliği üçlü etkileşimine göre en yüksek gürültü seviyesi (94,41 dB(A), 94,32 dB(A) ve 94,02 dB(A)) aralarındaki farklar önemsiz olarak 160 mm genişlikteki kavak ve kayın malzemelerin 2 mm kesme derinliğinde rendelenmesinde ve 160 mm genişlikteki kayının 3 mm kesme derinliğinde rendelenmesinde ortaya çıkarken bunu 80 mm genişlikteki kayının 2 mm kesme derinliğinde rendelenmesi (93,26 dB(A)) izlemekte, üçüncü sırada ise aralarındaki fark önemsiz olarak (92,02 dB(A) ve (92,13 dB(A)) 160 mm genişlikteki kavağın 3 mm kesme derinliğinde ve 80 mm genişlikteki kayının 3 mm kesme derinliğinde rendelenmesi yer almaktadır. En düşük gürültü seviyesi (87,07 ve 87,4 dB(A)) ise aralarındaki fark önemsiz olmak üzere 80 mm ve 160 mm genişlikteki kayının 1 mm kesme derinliğinde rendelenmesinde ortaya çıkmaktadır.

Kavağın planya makinesinde işlenmesinde, kesme genişliği gürültü seviyesi üzerinde etkili bulunurken kesme derinliği tekli değişkeni ve (kesme derinliği x malzeme genişliği) ikili etkileşimi etkisiz bulunmuştur. Kavağın planya makinesinde işlenmesinde malzeme genişliği arttıkça gürültü seviyesi artarken 40 mm, 80mm ve 160 mm malzeme genişlikleri için gürültü seviyeleri sırası ile (85,57 dB(A)), (88,44 dB(A)) ve (92,52 dB(A)) olarak gerçekleşmiştir.

Kayının planya makinesinde işlenmesinde kesme derinliği ve malzeme genişliği değişkenleri tekli olarak veya (kesme derinliği x malzeme genişliği) ikili etkileşimi ile gürültü seviyesi üzerinde etkili bulunmuştur. Kesme derinliği arttıkça gürültü seviyesi artarken en yüksek gürültü (91,90 dB(A)) 3 mm kesme derinliğinde ortaya çıkarken bunu sırası ile 2 mm kesme derinliği (90,94 dB(A)) ve 1 mm kesme derinliği (92,52 dB(A)) takip etmektedir. Malzeme genişliğindeki artış da gürültü seviyesini arttırmaktadır. 40 mm genişlikte gürültü seviyesi (87,70 dB(A)) iken gürültü seviyesi 80 mm genişlikte (90,82 dB(A))'ya ve 160 mm genişlikte (91,83 dB(A))'ya yükselmektedir. Kesme derinliği

ve malzeme genişliği ikili etkileşimine bağlı olarak en yüksek gürültü (94,32 ve 94,02 dB(A)) aralarındaki fark önemli olmamak üzere 160 mm genişlikteki kayının 2mm ve 3mm kesme derinliğinde işlenmesinde ortaya çıkarken bunu sırası ile 80 mm genişlikteki malzemenin 2 mm kesme derinliğinde işlenmesi (93,26 dB(A)) ve 80 mm genişlikteki malzemenin 3 mm kesme derinliğinde işlenmesi (92,13 dB(A)) takip etmektedir. En düşük gürültü seviyesi ise (86,92 dB(A)) 40 mm genişlikteki malzemenin 3mm kesme derinliği ile işlenmesinde ortaya çıkmaktadır.

Sonuçlar genel anlamda değerlendirildiğinde genel sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

- i) Kesme derinliği arttıkça gürültü seviyesi artmaktadır.
- ii) Malzeme genişliği arttıkça gürültü seviyesi artmaktadır.
- iii) Daha yüksek yoğunluklu kayının işlenmesinde daha düşük yoğunluklu kavağa kıyasla daha yüksek gürültü oluşmaktadır.

Kesme derinliği ve malzeme genişliği arttıkça planya makinesi kesicisinin temas ettiği hücre duvarı bileşenleri (Selüloz, hemiselüloz, lignin, ekstraktif maddeler) miktarı artmakta, bu artışla koparma zorlaması da artmakta ve daha fazla gürültü ortaya çıkmaktadır. Kesme derinliği ve malzeme genişliği artışı ile gürültü artışı bu etkiden kaynaklanabilir.

Ahşapta yoğunluk artışı ile birim hacimdeki boşluk miktarı azalmakta hücre duvarı ve bileşenleri miktarı artmaktadır. Böylelikle, aynı şartlarda kesici daha az boşluk ve daha fazla yapısal madde ile temas etmekte bu da kesme zorlamasını arttırmaktadır. Bu gerçek, kayının işlenmesinde kavağa kıyasla daha fazla gürültü oluşmasına neden olabilir.

Stewart (1972) çalışmasında, planya makinesindeki gürültünün temel kaynağının rendelenecek olan yüzeyle ilişkili olduğunu ifade etmiştir. Yine HSE (2015) raporunda, farklı malzemelerin farklı malzeme genişliklerinde gürültü seviyeleri arasında anlamlı fark olduğunu belirtmiştir. Durcan (2014) freze makinesinde yaptığı benzer çalışmada, kesme derinliği arttıkça gürültü seviyesinin 84,25 dB(A) değerinden 90,27 dB(A) değerine arttığını rapor etmiştir. yine aynı çalışmada, kavak için gürültü seviyesi 88,31 dB(A) iken, kayın için 87,59 dB(A) bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise kavak için gürültü seviyesi

89,06 dB(A) iken, kayın için 90,98 dB(A) bulunmuştur. Kesme derinliğine göre ise gürültü seviyesi 87,26 dB(A) değerinden 92,10 dB(A) değerine yükselmiştir.

Gerçekleştirilen bu çalışma ile bir rendeleme makinesi olan planya makinesinde kesme derinliği ile malzeme genişliğinin artmasıyla işlemsel gürültü değerlerinin arttığı, kullanılan ağaç malzemenin yoğunluğunun artmasıyla da gürültü seviyesinde artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu gürültü seviyesindeki artış çalışanların sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir.

Elde edilen bu bulgulara göre ağaç işleri endüstrisinde rendeleme işleminde kullanılan planya makinesinde çalışma esnasında gürültü önleyici kulaklık, tıkaç vs. kullanılması, çalışan personelin iş sağlığı ve performansı açısından yarar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Budak, A., (1994). *Atatürk Kültür Merkezi'nin Akustik Açından Performansının Değerlendirilmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- ÇOB (Çevre ve Orman Bakanlığı), (2010). *Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi Ve Yönetimi Yönetmeliği*. Resmi gazete ve 27601 sayılı gürültü yönetmeliği.
- ÇOB (Çevre ve Orman Bakanlığı), (2011). *Çevresel Gürültü Ölçüm ve Değerlendirme Klavuzu*.
- Demirkale, S.Y. (2007). "*Çevre ve Yapı Akustiği*", Birsen Yayınevi, İstanbul, Ocak.
- Demirkale, S.Y. (2008). *Yapı Elemanlarında Sesin Yayılması, Çeşitli Duvarların Ses Geçişi Kaybı Değerlerinin Karşılaştırılması*, İTÜ Mimarlık Fakültesi.
- Durcan, F., (2014). *Yatay Freze Makinesinde İşletme Faktörlerinin Gürültü Emisyonuna Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Erol, H. B. (2006). *İç Mekanda Malzeme Kullanımında Akustik Performans Kriterleri*, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Fiziği Ve Malzemesi Yüksek Lisans Tezi.
- Esen, M., (2010). *Gürültü Kontrolü Açısından Ekipman Yeri Belirleme Uygulaması*.
- Fairfax, R., (1996). Solvent and noise exposure at a wood furniture manufacturing facility. *Applied Occup. Environ. Hyg.*, 11: 1045-1047.
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z. (1994). *Gürültü*, Sağlık Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Gürültü Kontrol Yönetmeliği. (1986). Resmi Gazete ve 19308 sayılı gürültü yönetmeliği.
- Güvenlik ve Sağlık İşaretleri Yönetmeliği. (2003). Resmi gazete ve 25325 sayılı gürültü yönetmeliği.
- Işikel, K., (1999). Sanayi Tesislerinde Gürültünün Önlenmesi Ve Titreşimin Kontrolü.
- İnternet: Aygör, A.,H.. Fiziksel İşyeri Düzenleme; *Gürültü*. Atatürk Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. 2015-04-08. Url: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.aturkuni.com%2Fow_userfiles%2Fplugins%2Fforum%2Fattachment_2515_549807f612506_549807e3a3f12_7.-unite-Ergonomi.pdf&date=2015-04-08 adresinden 08 Nisan 2015'de alınmıştır.
- İnternet: Centers For Disease Control And Prevention. *Controls For Noise Exposure*. 2015-04-08. URL: <http://www.cdc.gov/niosh/topics/noisecontrol/> adresinden 8 Nisan 2015'de alınmıştır.
- İnternet: Çalışkan, M. Gürültü: Temel Kavramlar. *Türk Tesisatçılar Derneği Dergisi* Sayı:39. 2015-04-08. URL:

<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.ttmd.org.tr%2Fuserfiles%2Fdergi%2Fdergi39.pdf&date=2015-04-08> adresinden 08 Nisan 2015’de alınmıştır.

İnternet: Eft Yapı Endüstri. *Akustik*. 2015-04-08. URL: <http://www.eftcg.com/bilgi-bankasi/akustik-tavan-duvar/akustik-ses-emilimi/> adresinden 8 Nisan tarihinde alınmıştır.

İnternet: Güner, Ç. *Gürültünün Sağlık Üzerine Etkileri*. (1994). URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.ttb.org.tr%2FSTED%2Fsted0700%2F5.html&date=2015-04-08> adresinden 08 Nisan 2015’de alınmıştır.

İnternet: HSE. Reducing noise at woodworking machines. . 2015-04-08. URL: <http://www.hse.gov.uk/pubns/wis13.pdf> adresinden 8 Nisan 2015’de alınmıştır.

İnternet: Infrasound. The Infrasound (To The Left) Of A Forest Elephant Rumble. . 2015-04-08. URL: <http://www.birds.cornell.edu/brp/elephant/cyclotis/language/infrasound.html> adresinden 8 Nisan 2015’de alınmıştır.

İnternet: Şanlı; Nadir. Tiyatro, Stüdyo ve Salon Akustiği. . 2015-04-08. URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.emo.org.tr%2Fekler%2F2c5a901070d1c2a_ek.pdf%3Fdergi%3D289&date=2015-04-08 adresinden 08 Nisan 2015’de alınmıştır.

İnternet: TOBB. Türkiye Mobilya Ürünleri Meclisi Sektör Raporu (2012) .2015-04-08.URL:<http://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2013/T%C3%9CRK%C4%B0YE%20MOB%C4%B0LYA%20C3%9CR%C3%9CNLER%C4%B0%20MECL%C4%B0S%C4%B0%20SEKT%C3%96R%20RAPORU2012.pdf> adresinden 8 Nisan 2015’de alınmıştır.

İnternet: TOBB. Türkiye Mobilya Ürünleri Meclisi Sektör Raporu (2013). URL: http://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2014/mobilya_sektor_raporu_tr_int.pdf adresinden 8 Nisan 2015’de alınmıştır.

Karabiber, Z., (1992). *Mimari Akustikte Ses Ölçmeleri*; Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul.

Kayılı M. (1994). *Şehir ve Gürültü Sempozyumu*, TC Ankara Valiliği Çevre Koruma Enstitüsü Yayını, Yayın No:2, TO 893.5.T8 K 46.

Kokkola, H. and Sorainen, E. (2000). Optimal noise control in a carpentry plant. *Applied Acoust.*, 61: 37-43.

MEGEP, (Mesleki Eğitim ve Geliştirme Projesi), (2006), *Ahşap Teknolojisi*, Makinelerde Rendeleme, Ankara.

Peker, M. (2012). *Televizyon Stüdyosu, Radyo ve Televizyon Stüdyoları*, Anadolu Üniversitesi Yayını No: 3037, Eskişehir.

- Ratnasingam, J., Natthondan, V., Ioras, F. and McNulty, T. (2010). Dust, Noise and Chemical Solvents Exposure of Workers in the Wooden Furniture Industry in South East Asia. *Journal of Applied Sciences*, 10: 1413-1420.
- SGK, (2012). *İstihdam verileri ve iş yeri sayısı*, Sosyal Güvenlik Kurumu.
- Sirel, Ş., (1974). *Yapı Akustiği I – Temel Bilgiler*, İstanbul Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi Yayınları, İstanbul.
- Stewart, J.S., (1972). A Theoretical And Experimental Study Of Wood Planer Noise And Its Control, Center for Acoustical Studies, *Department of Mechanical and Aerospace Engineering North Carolina State University Raleigh*, North Carolina, USA.
- TS 2471, (1976). *Odunda fiziksel ve mekaniksel deneyler-rutubet miktarının tayini*, T.S.E., Ankara.
- TS 2472, (1976). *Odunda fiziksel ve mekaniksel deneyler-birim hacim ağırlığının tayini*, T.S.E., Ankara.
- TS EN 322, (1999). *Ahşap Esaslı levhalar-rutubet miktarının tayini*, T.S.E., Ankara.
- TS EN 323, (1999). *Ahşap Esaslı levhalar-birim hacim ağırlığının tayini*, T.S.E., Ankara.
- Tuna, H., (2005). En Yaygın Endüstriyel Tehlike: *Gürültü*.
- TÜİK, (2012). *İstihdam verileri ve iş yeri sayısı*, ISIC-REV.3 No:3611-3614. Bilgi İşlem Merkezi Veri Tabanı,Türkiye İstatistik Kurumu. Ankara.
- Ulucan, H. F. ve Zeyrek, S. (2012). *Ofislerde İş Sağlığı ve Güvenliği, İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü Müdürlüğü*, Ankara.
- Works Design Group, (1989). Department of Labour, “*Noise Abatement For Circular Saws*”, Published by the Occupational Safety & Health Service, Wellington, New Zealand.
- Yavuz, A. (2007). *Ses Kayıt Stüdyosu Tasarımı Ve Mimari Akustik*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel bilgiler

Soyadı,adı : GÖREN, Arif
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 01/06/1982 Trabzon
Medeni hali : bekar
Telefon : 0534 529 57 54
E-mail : arif_goren@hotmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / Mob. ve Dek. Bölümü	2015
Lisans	Gazi Üniversitesi / Mob. ve Dek. Bölümü	2006
Lise	Körfez Endüstri Meslek Lisesi / Mob. ve Dek.	1999

İş deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2006-....	Özel Sektör / Ankara	Proje-Planlama

Yabancı Dil

İngilizce



GAZİ GELECEKTİR