

**ÇALGI YAPIMINDA KULLANILAN KESİCİ EL ALETLERİNİN
İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Özgün Demir

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çalgı Yapımı Anasanat Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Hasan Sami YAYGINGÖL

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü

Ekim 2010

ÇALGI YAPIMINDA KULLANILAN KESİCİ EL ALETLERİNİN
İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Özgün Demir

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Çalgı Yapımı Anasanat Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Hasan Sami YAYGINGÖL

Eskişehir
Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü
Ekim 2010

YÜKSEK LİSANS TEZİ ÖZÜ

ÇALGI YAPIMINDA KULLANILAN KESİCİ EL ALETLERİNİN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Özgün DEMİR

Çalgı Yapımı Anasanat Dalı

Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Ekim 2010

Danışman: Yrd. Doç. Hasan Sami YAYGINGÖL

Türkiye’de enstrüman yapım sanatı; sanatsal, bilimsel ve üretim alanlarında giderek yaygınlaşmakta ve ilerlemektedir. Üniversitelerin çalgı yapım bölümlerinde verilen akademik eğitimlerle alanında yetkin profesyonel enstrüman yapımcılarının sayıları artmaya devam etmektedir. Türkiye’ de enstrüman yapım sanatı 1960’lı yıllardan günümüze evrensel düzeyde bir gelişme ve yaygınlaşma çabası içerisinde. Bu bağlamda Türkiye’ de bu sanata teknik, kültürel ve bilimsel anlamda rehber olacak akademik çalışmalar artarak, gelişmektedir.

Bu çalışmada; enstrüman yapımında kullanılan kesici el aletlerinin, doğru malzeme kullanımına ve en iyi sonuçları elde etmeye yönelik olarak; ne tip çelikten seçilip, hangi malzeme ile nasıl bilenmeleri gerektiği araştırılmış, bu gereçlerin ağaç malzeme üzerindeki etkileri ile birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları ortaya çıkarılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilecek bulgularla; temiz ve hatasız işçilik için enstrüman yapımında kullanılan el aletlerinin seçilip, hazırlanmaları hakkında yeterli teknik kaynak oluşturulması amaçlanmaktadır.

Çalışmada öncelikle; çelik, yaylı çalgılar (keman, viyola, viyolonsel) yapımında kullanılan kesici el aletlerinin çelikleri, bileme gereçleri ve kesme teorisi gibi konularda bilgiler verilmiştir. Daha sonra konuyla ilgili olarak anket yapılmış ve uygulama alanına göre ideal başarıyı sağlamaya yönelik deneysel testler yapılmıştır. Elde edilen bulgular ışığında değerlendirme ve önerilere yer verilmiştir.

ABSTRACT OF POST GRADUATE THESIS
EXAMINING AND EVALUATION OF CUTTING HAND TOOLS USED IN
INSTRUMENT MAKING

Özgün DEMİR

Main Art Department of Musical Instrument Construction

Fine Arts Institute of Anadolu University, October 2010

Adviser: Asst. Prof. Hasan Sami YAYGINGÖL

The art of instrument making in Turkey is getting more advanced and widespread in artistic, scientific and manufacture senses. There is a steady increase in the numbers of expert professionals in instrument making with accordance to the academic education given at universities' instrument making departments. The art of instrument making has been trying to advance and become widespread at universal level since 1960's. In this regard, academic studies are being improved to guide the art of instrument making in technical, cultural, scientific and aesthetic senses.

In this study, the cutting hand tools used in instrument making, inclined towards to achieve best results by right material usage, which type of steel should be chosen, to ascertain which material should be used with sharpening and how to bring out this equipments effect, advantages and disadvantages on wooden material. With conclusion of this study and with the help of our findings we will have enough technical data to compile a technical source material which could be used to achieve clean and impeccable workmanship by choosing recommended tools.

The intention of this study is to provide information on; steel, types of steels used in wood cutting hand tools used in string instruments, sharpening equipments and cutting theory. Surveys had been made related with this study and experiments had been made to achieve optimum working performance. With the help of gathered results, assessments and suggestions have been given.

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Özgün DEMİR' nin “**Çalgı Yapımında Kullanılan Kesici El Aletlerinin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi**” başlıklı tezi **14 Ekim 2010** tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca, **Çalgı Yapımı** Anasanat Dalı **Yüksek Lisans** tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

İmza

Üye (Tez Danışmanı) : Yrd. Doç. Hasan Sami YAYGINGÖL
Üye : Prof. Dr. Muhsin ZOR
Üye : Prof. Dr. Ertuğrul YÖRÜKOĞULLARI

Prof. Afilla ATAR
Anadolu Üniversitesi
Güzel Sanatlar Enstitüsü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu tezin ortaya konulup, hazırlanmasında görüş, öneri ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Hasan Sami Yaygıngöl'e, çalışmam boyunca yorum ve fikirleri için hocam Sayın Okt. Zafer Güzey'e, anket çalışmamla ilgili destekleri için Sayın Yrd. Doç. Zerrin Aşan'a, çevirilerdeki yardımlarından dolayı Sayın Şenol Çelik'e, tez içerisindeki görsellerin hazırlanmasındaki yardımları ve her türlü desteğiyle bu çalışmanın hazırlanmasında önemli katkısı olan Sayın Sefa Çavuş'a teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZ.....	ii
ABSTRACT.....	iii
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	iv
ÖNSÖZ.....	v
ÖZGEÇMİŞ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiv
RESİMLER LİSTESİ.....	xviii
GİRİŞ.....	1
1. Problem.....	1
2. Amaç.....	1
3. Önem.....	1
4. Varsayımlar.....	1
5. Sınırlıklar.....	2
6. Tanımlar.....	2
GENEL KISIMLAR.....	4
1. ÇELİK.....	4
1.1. Karbon.....	4
1.2. Çelik ve Metal Tarihi.....	5
1.3. Çelik ve Üretim Yöntemleri.....	11
1.3.1. Oksijen Ocağı.....	12
1.3.2. Siemens - Martin Ocakları.....	12
1.3.3. Elektrikli Ocaklar.....	13
1.4. Kesici El Aletlerinde Kullanılan Başlıca Çelik Sınıfları.....	13
1.4.1. Karbon Çelikleri.....	15
1.4.2. Alaşım Çelikleri.....	17
1.5. Çelikte Alaşım Elementleri ve Etkileri.....	22
1.6. Çeliğin Kristal Yapısı.....	27

1.6.1.	Tane Boyutunun Çelikte Etkisi	33
1.6.2.	Çelik Sertleştirme Ortamları	39
1.7.	Rockwell C Sertlik Testi	41
2.	BİLEME TAŞLARI	42
2.1.	Doğal Bileme Taşları.....	47
2.1.1.	Belçika Coticule Taşı	47
2.1.2.	Belçika Mavi Bileme Taşı	50
2.1.3.	Doğal Japon Su Taşları.....	52
2.1.4.	Arkansas Yağ Taşları	54
2.1.5.	Türk Yağ Taşı.....	57
2.2.	Sentetik Bileme Taşları	58
2.2.1.	Alüminyum Oksit Taşlar	59
2.2.2.	Silisyum Karbür Taşlar	60
2.2.3.	Sentetik Japon Su Taşları	61
2.2.4.	Seramik Taşlar.....	63
2.2.5.	Elmas Taşlar	65
2.3.	Bileme İşleminde Su ve Yağ Kullanımı.....	68
3.	YAYLI ÇALGILAR YAPIMINDA KULLANILAN KESİCİ EL ALETLERİ.....	72
3.1.	Rendeler.....	73
3.2.	Iskarpelalar	80
3.3.	Parmak Rendeleri	83
3.4.	Bıçaklar	86
4.	ÇALGI YAPIMINDA KULLANILAN KESİCİ EL ALETLERİNDE KESME PRENSİPLERİ	88
	MALZEME VE YÖNTEM	95
1.	DEĞERLENDİRME ANKETİ.....	95
1.1.	Enstrüman Yapım Mesleğinde Kullanılan Kesici El Aletleri Teknik Değerlendirmesi Anketi	95

2.	DENEYLER.....	96
2.1.	Bileme Taşlarının Kesici Yüzey ve Ahşap Yüzeyine Olan Etkilerinin Araştırılması	96
2.2.	Farklı Bileme Açılarının Kesici Yüzey ve Ahşap Yüzeyine Olan Etkilerinin Araştırılması	101
2.3.	Farklı Çelik Tiplerinin Ahşap Malzemede Karşılaştırmalı Kullanımları.....	105
BULGULAR VE YORUM		109
1.	ENSTRÜMAN YAPIM MESLEĞİNDE KULLANILAN KESİCİ EL ALETLERİ TEKNİK DEĞERLENDİRMESİ ANKETİ SONUÇLARI	109
2.	BİLEME TAŞLARININ KESİCİ YÜZEY VE AHŞAP YÜZEYİNE OLAN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI.....	120
2.2.	Ladin Ağacı Üzerinde Yapılan Test Sonuçları	131
3.	FARKLI BİLEME AÇILARI VERİLMİŞ KESİCİ ÇELİKLERİN AHŞAP YÜZEYİNDEKİ ETKİLERİ	142
3.1.	6 Numara Rende İle Akçaağaç Üzerinde Yapılan Test Sonuçları	142
3.2.	6 Numara Rende İle Ladin Ağacı Üzerinde Yapılan Test Sonuçları.....	149
3.3.	Avuç Rendesı İle Akçaağaç Üzerinde Yapılan Test Sonuçları.	154
3.4.	Avuç Rendesı İle Ladin Ağacı Üzerinde Yapılan Test Sonuçları	160
4.	FARKLI ÇELİK TİPLERİNİN AHŞAP MALZEMEDE KULLANIM KİYASLAMALARI	167
SONUÇ VE ÖNERİLER.....		172
KAYNAKÇA.....		176

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Karbon ve Karbondioksit'in Erken Tarihi

Kaynak: The Culinary Institute of America, The Professional Chef's Knife Kit. New York: J. Wiley, 2000.

Tablo 2. AISI Çelik Sınıflandırması

Kaynak: Jeffus, Larry. Welding: principles and applications. 5th edition. United States of America: Delmar Learning, 2004

Tablo 3. Başlıca Çelik Türleri

Tablo 4. Karbon Çelikleri Kıyaslaması

Kaynak: Tablo 3 - 4. Brandt, Daniel A. Metallurgy Fundamentals. Tinley Park, Ill.:Goodheart-Willcox, 2005.

Tablo 5. AISI Takım Çelikleri Sınıflandırması

Kaynak: Oberg, Erik, Franklin D. Jones, Holbrook Lynedon Horton. Machinery's Handbook. 26th edition. New York: Industrial Press, 2000.

Tablo 6. Sık Kullanılan Takım Çelikleri

Kaynak: English, John. Woodworker's Guide to Sharpening. East Petersburg, PA: Fox Chapel Publishing, 2008

Tablo 7. Çeliğin Kesici Aletlerdeki Gelişim Kronolojisi

Kaynak: Roberts, George Adam, Robert A. Cary. Tool Steels. 4th edition. Metals Park, Ohio: American Society for Metals, 1980.

Tablo 8. Karbon-alaşım Çelikleri Kıyaslaması

Kaynak: Brandt, Daniel A. Metallurgy Fundamentals. Tinley Park, Ill.:Goodheart - Willcox, 2005.

- Tablo 9.** Çelik Alaşım Elementlerinin Özellikleri
Kaynak: Thelning, Karl Erik. Çelik ve Isıl İşlemi. Çeviren: Adnan Tekin. İstanbul: Hakan Ofset, 1984.
- Tablo 10.** Ferrit, Östenit, Martenzit Kıyaslaması
Tablo 11. Oda Sıcaklığındaki Demirin Ferritik ve Martenzitik Durumlarının Karşılaştırılması
Tablo 12. Soğutma Ortamlarının Karşılaştırılması
Tablo 13. Çelikteki Bazı Önemli Özellikler
Kaynak: Tablo 10 - 13. Brandt, Daniel A. Metallurgy Fundamentals. Tinley Park, Ill.:Goodheart - Willcox, 2005.
- Tablo 14.** Yapılarına Göre Bileme Taşları
Tablo 15. Kullanım Alanlarına Göre Bileme Taşları
Kaynak: Tablo 14 - 15. Özgün Demir
- Tablo 16.** Aşındırıcılar Çevrim Tablosu
Kaynak: <http://www.fine-tools.com/G10019.htm>
(Erişim Tarihi 12/09/2009)
- Tablo 17.** Mohs Sertlik Tablosu
Kaynak: http://www.amfed.org/t_mohs.htm
(Erişim Tarihi 20/11/2009)
- Tablo 18.** Belçika Coticule Taşı Avantaj ve Dezavantajları
Tablo 19. Belçika Mavi Bileme Taşı Avantaj ve Dezavantajları
Tablo 20. Doğal Japon Taşlarının Avantaj ve Dezavantajları
Tablo 21. Arkansas Yağ Taşlarının Avantaj ve Dezavantajları
Tablo 22. Türk Yağ Taşının Avantaj ve Dezavantajları
Tablo 23. Alüminyum Oksit Bileme Taşlarının Avantaj ve Dezavantajları
Tablo 24. Silisyum Karbür Bileme Taşlarının Avantaj ve Dezavantajları

Tablo 25.	Sentetik Japon Su Taşlarının Avantaj ve Dezavantajları
Tablo 26.	Seramik Taşların Avantaj ve Dezavantajları
Tablo 27.	Elmas Taşların Avantaj ve Dezavantajlar
Tablo 28.	Bileme Taşları Genel Karşılaştırması
Tablo 29.	Bileme Taşlarının Akçaağaç Üzerindeki Sonuçları
Tablo 29.	Bileme Taşlarının Akçaağaç Üzerindeki Sonuçları
Tablo 30.	Akçaağaç Üzerinde Bileme Taşları Dayanıklılık İstatistiği
Tablo 31.	Bileme Taşlarının Ladin Üzerindeki Sonuçları
Tablo 32.	6 Numaralı Rendede Farklı Bileme Açılarının Akçaağaç Üzerindeki Sonuçları
Tablo 33.	6 Numaralı Rende İle Akçaağaçta Bileme Açılarını Dayanıklılık Sonuç İstatistiği
Tablo 34.	6 Numaralı Rendede Farklı Bileme Açılarının Ladin Üzerindeki Sonuçları
Tablo 35.	Avuç Rendesinde Farklı Bileme Açılarının Akçaağaç Üzerindeki Sonuçları
Tablo 36.	Avuç Rendesinde Farklı Bileme Açılarının Akçaağaç Üzerindeki Sonuçları
Tablo 37.	Avuç Rendesinde Farklı Bileme Açılarının Ladin Üzerindeki Sonuçları
Tablo 38.	Çelik Tiplerinin Karşılaştırılması
Kaynak:	Tablo 18 - 38. Özgün Demir

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Cire Perdue Mum Kalıp Tekniği

Şekil 2. Karbon Miktarı Şeması

Kaynak: Şekil 1 - 2. Özgün Demir

Şekil 3. Hacim Merkezli Kübik Birim Hücresi

Şekil 4. Hacim Merkezli Kübik Birim Hücrelerinden Oluşan Uzay Örgüsü

Şekil 5. Yüzey Merkezli Kübik Birim Hücresi

Şekil 6. Yüzey Merkezli Kübik Birim Hücrelerinden Oluşan Uzay Örgüsü

Şekil 7. Hekzagonal Birim Hücresi

Şekil 8. Hekzagonal Birim Hücrelerinden Oluşan Uzay Örgüsü

Şekil 9. Hacim Merkezli Tetragonal Birim Hücresi

Şekil 10. Hacim Merkezli Tetragonal Birim Hücrelerinden Oluşan Uzay Örgüsü

Şekil 11. Ferrit, Östenit ve Martenzit Dönüşümü

Şekil 12. Katılaşmada 1. Adım

Şekil 13. Katılaşmada İkinci Adım

Şekil 14. Katılaşmada Üçüncü Adım

Şekil 15. Katılaşmada Dördüncü Adım

Şekil 16. Katılaşmada Beşinci Adım

Şekil 17. Tamamen Katılaşmış Metal Kütlesi

Şekil 18. Katılaşma Hızının Tane Boyuna Etkisi

Şekil 19. Küçük Tanecikli Bir Metaldeki Çatlak Zor İlerleyecektir

Kaynak: Şekil 3 - 19. Brandt, Daniel A. Metallurgy Fundamentals. Tinley Park, Ill.:Goodheart-Willcox, 2005.

Şekil 20. Rockwell C Sertlik Testi

Şekil 21. Su ile Bileme İşlemi

Şekil 22. Yağ ile Bileme İşlemi

Kaynak: Şekil 20 - 22. Özgün Demir

Şekil 23. Standart Bir Rendenin Yapısı

Kaynak: <http://iheartwood.blogspot.com/2008/10/hand-plane-anatomy.html>
(Erişim Tarihi 11/10/2009)

Şekil 24. Standart Bir Rendede Kesme İşlemi

Kaynak: Hoadley, R. Bruce. Understanding Wood: A Craftsman Guide to Wood Technology. Newtown, Conn.: Taunton Press, 2000.

Şekil 25. Standart Bir Avuç Rendesinin Yapısı

Kaynak: <http://www.woodmagazine.com/woodworking-tools/hand/block-plane-basics/>
(Erişim Tarihi 20/7/2009)

Şekil 26. Standart Bir Avuç Rendesinde Kesici Çelik Yerleşimi

Kaynak: <http://www.lie-nielsen.com/catalog.php?sku=palm>
(Erişim Tarihi 4/12/2009)

Şekil 27. Standart Bir Marangoz Iskarpelasının Yapısı

Kaynak: Özgün Demir

Şekil 28. Bir Iskarpelada Kesme İşlemi

Şekil 29. Kesme Teorisi

Şekil 30. Yüksek Kesim Açılı Kesme

Şekil 31. Düşük Kesim Açılı Kesme

Kaynak: Şekil 28 - 31. Hoadley, R. Bruce. Understanding Wood: A Craftsman Guide to Wood Technology. Newtown, Conn.: Taunton Press, 2000.

- Şekil 32.** Düşük ve Yüksek Bilenme Açılı Gereçlerin Kıyaslaması
- Şekil 33.** Iskarpela ve Rende Bıçaklarında Farklı Kesici Yüzey Biçimleri
- Şekil 34.** Bıçaklarda Farklı Kesici Yüzey Biçimleri
- Şekil 35.** İkinci açığa sahip gereçler daha dik açıyla kullanılmaya ihtiyaç duyabilirler
- Şekil 36.** İkinci açığa sahip gereçlerde, ikinci açının verildiği köşe yuvarlatılarak daha iyi kesim başarımı sağlanabilir
- Kaynak:** Şekil 32 - 36. Özgün Demir
- Şekil 37.** Aşınmış kesici yüzeye sahip bir kesici gereç ahşap üzerinde zedelenip, parçalanmış bir yüzey oluşturur.
- Şekil 38.** Keskin ve düzgün kesici yüzeye sahip bir kesici gereç, ahşap üzerinde temiz ve pürüzsüz bir yüzey bırakır.
- Şekil 39.** Kesme İşleminde Açılar
- Şekil 40.** Standart Rendelerin Bıçak Yerleşim Düzeni
- Kaynak:** Şekil 37 - 40. Hoadley, R. Bruce. Understanding Wood: A Craftsman Guide to Wood Technology. Newtown, Conn.: Taunton Press, 2000.
- Şekil 41.** Avuç Rendelerinin Bıçak yerleşim Düzeni
- Kaynak:** <http://www.lie-nielsen.com/catalog.php?sku=palm>
(Erişim Tarihi 6/12/2009)
- Şekil 42.** Kesici El Aletleri Kullanımında Önemlilik Grafiği
- Şekil 43.** Kesici El Aletleri Kullanımında Önemlilik Grafiği 2
- Şekil 44.** Kullanılan Gereçlerdeki Çelik Tercihleri Grafiği
- Şekil 45.** Bileme Taşları Tercihleri Grafiği
- Şekil 46.** Akçağaç ve Benzeri Ağaçlarda Çelik Tercihleri Grafiği
- Şekil 47.** Ladin ve Benzeri Ağaçlarda Çelik Tercihleri Grafiği
- Şekil 48.** Akçağaç ve Benzeri Ağaçlarda Bileme Açısı Tercihleri Grafiği
- Şekil 49.** Ladin ve Benzeri Ağaçlarda Bileme Açısı Tercihleri Grafiği

Şekil 50. Çalgı Yapım Sanatına Yönelik Kullanılan Kesici El Aletlerinde Genel Çelik Tercihleri Grafiği

Şekil 51. Çalgı Yapım Sanatına Yönelik Kullanılan Kesici El Aletlerinde Genel Bileme Açısı Tercihleri Grafiği

Kaynak: Şekil 42 - 51. Özgün Demir

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1. Birçok parçadan yapıştırılarak oluşturulmuş kağıt, düz kağıda göre daha zor yırtılır.

Kaynak: Brandt, Daniel A. Metallurgy Fundamentals. Tinley Park, Ill.:Goodheart - Willcox, 2005.

Resim 2. Çeşitli Biçimlerde Kesilmiş Coticule Taşları

Kaynak: <http://uk.ardennes-coticule.com/index.asp?id=384>
(Erişim Tarihi 27/05/2009)

Resim 3. Granat Kristalleri

Resim 4. Granat Kristalleri

Kaynak: Resim 3-4.
http://www.mta.gov.tr/v1.0/daire_baskanliklari/mineral/index.php?id=granat
(Erişim Tarihi 4/06/2009)

Resim 5. Belçika Mavi Bileme Taşı

Kaynak: <http://uk.ardennes-coticule.com/index.asp?id=384>
(Erişim Tarihi 27/05/2009)

Resim 6. Doğal Japon Su Taşı

Kaynak: http://www.dick.biz/medias/sys_master/711516_01_P_WE_8.jpg
(Erişim Tarihi 10/08/2009)

Resim 7. Nakayama Madeninden Çıkarılmış Bir Doğal Japon Su Taşı

Kaynak: http://www.artplast.ro/japanese_waterstones_css.html
(Erişim Tarihi 23/12/2009)

- Resim 8.** Doğal Arkansas Yağ Taşı
Kaynak: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hard_Arkansas_Stone.jpg
(Erişim Tarihi 4/05/2009)
- Resim 9.** Yarı Saydam Arkansas Yağ Taşı
Kaynak: <http://www.ofrei.com/images/fb131.jpg>
(Erişim Tarihi 21/07/2009)
- Resim 10.** Çok Renkli Arkansas Yağ Taşı
Kaynak: <http://scorpionsurvival.com/store/images/isimages/MOLBS6S.jpg>
(Erişim Tarihi 23/07/2009)
- Resim 11.** Türk Yağ Taşı
Resim 12. Çift Yüzeyle Alüminyum Oksit Bileme Taşı
Resim 13. Çift Yüzeyle Silisyum Karbür Bileme Taşı
Kaynak: Resim 11 - 13. Özgün Demir
- Resim 14.** Çeşitli Kum Derecelerinde Sentetik Japon Bileme Taşları
Kaynak: http://www.idealtools.com.au/japanese_waterstones
(Erişim Tarihi 6/02/2009)
- Resim 15.** Çift Yüzeyle Seramik Bileme Taşı
Kaynak: Özgün Demir
- Resim 16.** Çeşitli Mikron Derecelerinde Elmas Bileme Taşları
Kaynak: <http://toolmonger.com/wp-content/uploads/2009/02/diasharplj.jpg>
(Erişim Tarihi 14/05/2009)

- Resim 17.** Mono ve polikristalin elmaslar
Kaynak: <http://www.m-powertools.com/products/dmt-diamond/dmt-diamond.htm>
(Erişim Tarihi 14/05/2009)
- Resim 18.** Farklı Boylarda Rendeler
Resim 19. Alıştırma Rendesı
Resim 20. Rende
Resim 21. Kùçük Rende
Resim 22. Perdah Rendesı
Kaynak: Resim 18 - 22. Özgün Demir
- Resim 23.** Avuç Rendesı
Kaynak: <http://www.highlandwoodworking.com/ProductImages/handplanes/034237.jpg>
(Erişim Tarihi 29/03/2009)
- Resim 24.** Çeşitli Boy ve Özelliklerde Iskarpelalar
Resim 25. Metal bileziğe Sahip Standart Marangoz Iskarpelası
Resim 26. Bileziksiz, standart çalgı yapım ıskarpelası. Uzun formulu sap oyma işleminde kullanıcıya daha fazla kontrol sağlar.
Resim 27. Çeşitli Boy ve Modellerde Parmak Rendeleri
Resim 28. Düz tabanlı parmak rendesi
Resim 29. Bombeli tabanlı parmak rendesi
Resim 30. Parmak Rende ile Bir Çello Kapağının Ölçeklendirilmesi
Resim 31. Farklı Ölçülerde Bıçaklar
Resim 32. Bir Bıçak ile Fileto Kanalı Açma İşlemi
Kaynak: Resim 24 - 32. Özgün Demir

- Resim 33.** Bir ahşap parçada solda keskin bir alet pürüzsüz bir yüzey bırakırken, sağda kör bir alet pürüzlü bir yüzey bırakmıştır.
- Resim 34.** Mikroskop altında bir ıskarpelanın kesici yüzeyi. Solda keskin, sağda körelmiş bir kesici yüzey
- Kaynak:** Resim 33 - 34. Sharpening Basics. The Art of Woodworking. Vol. 16. Montreal, New York: St Remy Press

- Resim 35.** Kullanılan Test Gereçleri
- Resim 36.** Talaş Kalınlığının Ölçümü
- Resim 37.** Testlerde Kullanılan Bileme Aparatı
- Resim 38.** Bilenme Açısının Ölçümü
- Resim 39.** 2 mm. Kalınlığındaki Test Parçaları
- Resim 40.** Testlerde Kullanılan Çeşitli Çeliklerden Üretilmiş Bıçaklar
- Resim 41.** Test Çıtalarının Ölçümü
- Resim 42.** Uygulanan Kesim Metodu
- Resim 43.** Kesilen Test Parçaları
- Resim 44.** Elmas Taş ile Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar
- Resim 45.** Türk Yağ Taşı ile Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar
- Resim 46.** Arkansas Yağ Taşı ile Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar
- Resim 47.** 800 Kum Japon Su Taşı ile Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar
- Resim 48.** 1200 Kum Japon Su Taşı ile Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar
- Resim 49.** 2000 Kum Japon Su Taşı ile Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar
- Resim 50.** 4000 Kum Japon Su Taşı ile Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar
- Resim 51.** 1000 Kum Seramik Taş ile Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar
- Resim 52.** 3000 Kum Seramik Taş ile Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar
- Resim 53.** Elmas Taş ile Ladin Üzerindeki Sonuçlar
- Resim 54.** Türk Yağ Taşı ile Ladin Üzerindeki Sonuçlar
- Resim 55.** Arkansas Yağ Taşı ile Ladin Üzerindeki Sonuçlar
- Resim 56.** 800 Kum Japon Su Taşı ile Ladin Üzerindeki Sonuçlar
- Resim 57.** 1200 Kum Japon Su Taşı ile Ladin Üzerindeki Sonuçlar
- Resim 58.** 2000 Kum Japon Su Taşı ile Ladin Üzerindeki Sonuçlar

Resim 59.	4000 Kum Japon Su Taşı ile Ladin Üzerindeki Sonuçlar
Resim 60.	1000 Kum Seramik Taş ile Ladin Üzerindeki Sonuçlar
Resim 61.	3000 Kum Seramik Taş ile Ladin Üzerindeki Sonuçlar
Resim 62.	6 Numara Rendede 22,5° Bileme Açısı Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar
Resim 63.	6 Numara Rendede 25° Bileme Açısı Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar
Resim 64.	6 Numara Rendede 27,5° Bileme Açısı Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar
Resim 65.	6 Numara Rendede 30° Bileme Açısı Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar
Resim 66.	6 Numara Rendede 22,5° Bileme Açısı Ladin Üzerindeki Sonuçlar
Resim 67.	6 Numara Rendede 25° Bileme Açısı Ladin Üzerindeki Sonuçlar
Resim 68.	6 Numara Rendede 27,5° Bileme Açısı Ladin Üzerindeki Sonuçlar
Resim 69.	6 Numara Rendede 30° Bileme Açısı Ladin Üzerindeki Sonuçlar
Resim 70.	Avuç Rendesinde 22,5° Bileme Açısı Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar
Resim 71.	Avuç Rendesinde 25° Bileme Açısı Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar
Resim 72.	Avuç Rendesinde 27,5° Bileme Açısı Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar
Resim 73.	Avuç Rendesinde 30° Bileme Açısı Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar
Resim 74.	Avuç Rendesinde 22,5° Bileme Açısı Ladin Üzerindeki Sonuçlar
Resim 75.	Avuç Rendesinde 25° Bileme Açısı Ladin Üzerindeki Sonuçlar
Resim 76.	Avuç Rendesinde 27,5° Bileme Açısı Ladin Üzerindeki Sonuçlar
Resim 77.	Avuç Rendesinde 30° Bileme Açısı Ladin Üzerindeki Sonuçlar
Resim 78.	Yüksek Karbonlu Çelik Test Sonuçları
Resim 79.	Yüksek Alaşımlı Paslanmaz Çelik Test Sonuçları
Resim 80.	HSS Takım Çeliği Test Sonuçları
Resim 81.	D2 Takım Çeliği Test Sonuçları
Kaynak:	Resim 35 - 81 Özgün Demir

GİRİŞ

1. Problem

Ülkemizde çalgı yapım sanatı her geçen yıl gelişmektedir. Yapım aşamalarında kullanılan kesici el aletlerinin uygulama alanına göre seçilip, bilenmeleri ve bunların ağaç malzeme üzerindeki etkileri konusunda henüz yeterli akademik bir araştırma yapılmamıştır.

2. Amaç

Enstrüman yapımında kullanılan kesici el aletleri, bileme malzemeleri ve çelik tiplerinin laboratuvar ve atölye ortamında incelemelerini yaparak, uygulama sonuçlarına göre en uygun standartları bulmaktır.

3. Önem

Yapılacak çalışma sonunda elde edilecek bulgularla, yaylı çalgı yapım aşamalarında kullanılan el aletlerinin verimleri artacak, en iyi sonuçlar elde edilerek konuya teknik bir bakış açısı getirilmiş olacaktır.

4. Varsayımlar

Deneyler kısmında, rende çelikleri ile yapılan bileme açısı ve rendeleme testlerinin, çalışma prensiplerinin aynı olmasından dolayı parmak rendeleri ve ıskarpelaları da kapsayacağı varsayılmıştır. Son testlerde yapılan çelik kıyaslamasının; tüm çelik el aletleri için geçerli olacağı varsayılmıştır.

5. Sınırlıklar

Tezin gerekli sürede bitirilip somut sonuçlar çıkarılabilmesi açısından bu çalışma; yaylı çalgılar yapımında kullanılan kesici el aletleri ile sınırlandırılmıştır. Diğer testere, matkap ucu, rayba, vb. gibi aparat ve aletler konu kapsamına alınmamıştır. Oluklu iskarpelalar; kullanımları, bilenme ve oyma açıları yapımcıdan yapımcıya çok değişken olup, bunlarla ilgili kesin değerler savunulamayacağından bu çalışma dışında tutulmuşlardır.

6. Tanımlar

Alkali metal: Periyodik tablonun birinci grubunda yer alan, yumuşak, öz kütleleri düşük, kolay eriyebilen metaller.

Difüzyon: Maddelerin hareket enerjisi ile çok yoğun ortamdan, az yoğun ortama geçmeleri.

Karbonat: Karbonik asit'in bazlarla birleşerek oluşturduğu tuzların genel adı.

Karbürizasyon: Çelik yüzeyinin 900 °C civarında sıcaklıklarda, difüzyon yoluyla karbon emdirilip sertleştirilmesi işlemi.

Kılağı: Bir kesici metal gerecin bilenme aşamasında, kesici ucunun çok incelmesinden dolayı kesici uçta meydana gelen deforme olmuş kısım.

Makro: Fotoğrafçılıkta çok yakından yapılan çekim türü.

Maryaşlanma çeliği: Çok düşük karbonlu, yüksek nikelli, yüksek dayanımlı çelik türü.

Menevişleme: Çeliğin mikro yapısındaki gerginliği gidermeye yönelik uygulanan ısı işlemi.

Pik demir: % 90'ından fazlası demir olup, farklı elementlerle alaşımlanıp çeşitli kalitede çelik üretiminde kullanılan ham demir.

Redükleme: Redüksiyon, üretim aşamasında çelikteki fazla elementlerin ve artık elemanların kimyasal yöntemlerle arındırılması işlemi.

Tokluk: Çeliğin aldığı darbe enerjisini kırılmadan absorbe edebilme yeteneğidir.

GENEL KISIMLAR

1. ÇELİK

1.1. Karbon

Karbon doğada yaygın olarak bulunan bir kimyasal elementtir. Doğada hem elmas, grafit gibi serbest formda hem de Kalsiyum, Magnezyum gibi alkali metallerin karbonatı halinde bulunabilir. Ağırlık olarak yer kabuğunun % 0,2'sini, atmosferin % 0,05'ini oluşturur ve bütün doğal sularda erimiş olarak bulunur. Tüm canlıların metabolizmasında bulunan karbon'un endüstride çok geniş kullanım alanı bulunmaktadır.

“Karbon tarih öncesi çağlardan beri bilinen bir madde olmasına rağmen, bir element olarak kabul edilmesi 18.yy.’daki pek çok araştırmanın sonucunda gerçekleşmiştir. Elmas ve grafitin karbonun farklı formları olduğu 18.yy. civarlarında biliniyordu; ayrıca karbon ile karbonat, karbondioksit, bitkilerin fotosentezi ve canlıların solunumu arasındaki bağ bu yıllarda hemen hemen tamamen anlaşılmıştı.”¹

Çeliğin mekanik özelliklerini en çok etkileyen alaşım elemanı olan karbon; demir, kurşun, bakır gibi diğer metaller ile birleşerek çok farklı özelliklere sahip alaşımlar oluşturur. Bu bakımdan karbon; çeliklerin temel alaşım elementidir. Ağaç işlerinde kullanılan kesici el aletlerinin, dayanıklılıklarını uzun süre muhafaza etmeleri gerekliliğinden dolayı yaylı çalgı yapım aşamalarında kullanılacak kesici el aletlerinin çeliklerinin yüksek karbonlu olması bir zorunluluktur.

¹ Norman Neill Greenwood, Chemistry of Elements (Oxford: Butterworth-Heinemann, 1984), s.296.

Yıl	Gelişme
-	Karbon bir madde olarak bilinmekteydi ancak 18.yy. ikinci yarısına kadar tanınmıyordu
M.Ö.	Bilinen en eski Mısır papirüslerindeki hiyerogliflerin çiziminde, kurumdan yapılan Hint mürekkebi kullanılıyordu
M.S. 1273	Sağlığa zararlı olduğu gerekçesiyle Londra'da kömür kullanımının yasaklanması
1564	Grafit kullanılarak Kraliçe Elizabeth döneminde ilk kez ticari olarak kurşun kalemin üretilmesi
1752-1754 arası	Joseph Black' in tebeşiri ısıtarak karbon dioksit ortaya çıkarması sonucu hava dışında ilk kez başka bir gazın tanımlanması
1757	Joseph Black' in karbon dioksit'in bitkilerin mayalanması, kömürün yanması ve canlıların solunması sonucu üretildiğini bulması
1771	Joseph Priestley' in bitkilerin gelişirken karbon dioksit kullanıp havayı temizlediklerini bulması
1779	Jan Ingenhousz' un yeşil bitkilerin fotosentezi üzerindeki araştırmaları sonucu bitkilerin gündüz karbon dioksit kullanıp, gece karbon dioksit salgılamalarını bulması
1789	Karbon kelimesi A. L. Lavoiser tarafından Latince'deki maden kömürü anlamına gelen carbo' dan esinlenerek keşfetmesi.
1796	S. Tennant elmasın karbonun bir formu olduğunu bulması
1805	Humphry Davy ateş alevlerinin ışık kaynağının karbon olduğunu bulması

Tablo 1. Karbon ve Karbondioksit'in Erken Tarihi

1.2. Çelik ve Metal Tarihi

Kenya'nın Koobi Fora alanında, arkeolojist Richard Leakey tarafından bilinen en eski insan yapımı taş kesici gereçler bulunmuştur. Yaklaşık olarak 3 milyon yaşında oldukları tahmin edilen bu aletler bulunmuş olan en eski el aletleri olarak kabul edilmektedirler.²

Ayrıca Keops Piramidinde yaklaşık yaşı 5000 yıl olan demir alet kalıntıları bulunmuştur. (G. A. Roberts. Tool Steels 1980, s.1)

² The Culinary Institute of America, The Professional Chef's Knife Kit (Canada, 2000), s.2.

Obsidiyen: Volkanik cama verilen eski bir addır. Siyah, kahverengi, bazen yeşil renklerde olabilir. Geçmişte mızrak ucu, ok başı ve diğer keskin aletlerde, ayrıca mücevherat ya da sanatsal objelerin yapımında kullanılmıştır. Günümüzde yarı değerli süs taşı olarak önemini sürdürmektedir. (<http://www.mta.gov.tr/mineraller/obsidyen.html> Erişim tarihi 10.5.2009)

Günümüzde ağaç işlerinde kullanılan kesici el aletleri binlerce yıl önce keşfedilmiş olanlarla büyük benzerlikler taşımaktadırlar. Kesici gereçlerdeki araştırma ve teknik geliştirmeler, kullanılan metal alaşımlarında hassas sonuçlar elde edilmesinde öncülük etmiştir. Bunun sonucunda kesici gereçler uygulama alanına göre sağlam ve uyumlu olacak şekilde üretilmektedirler.

Metallerin kesilip, eritilmesinden önce; kesici gereçlerin yapımında çevrede bulunabilen sert materyaller kullanılmaktaydı. Bunların başında çakmaktaşı ve obsidiyen gelmekteydi. Kesici ağız oluşturmaya uygun olan çakmaktaşı ince bir kesici yüzey oluşturacak şekilde hazırlanmaktaydı. Bir volkanik taş olan obsidiyen ile çakmaktaşına göre daha iyi keskinlik elde edilebiliyordu. Ayrıca obsidiyen kesici yüzeyini daha uzun süre koruyup, işlevini muhafaza edebiliyordu. Ancak doğada zor bulunuyor olması dezavantajıydı. Obsidiyenden hazırlanan kesici gereçler çok keskin olabilmelerine rağmen ne çakmaktaşı, ne de obsidiyen mükemmel materyaller değillerdi.

Mineral yataklarından saf metalleri çıkarabilme teknikleri geliştikçe kesici aletler için kullanılabilecek yeni materyallerinde önü açılmış oldu. İran, arkeolojik bulgulara ve klasik araştırmalara göre metaruliji' nin başladığı en eski bölge olarak kabul edilmektedir.³

Milattan önce 6500 dolaylarında, cevherlerden altın, bakır, kurşun gibi yumuşak metalleri ayırmak yaygın olarak uygulanan bir iş haline gelmişti.⁴

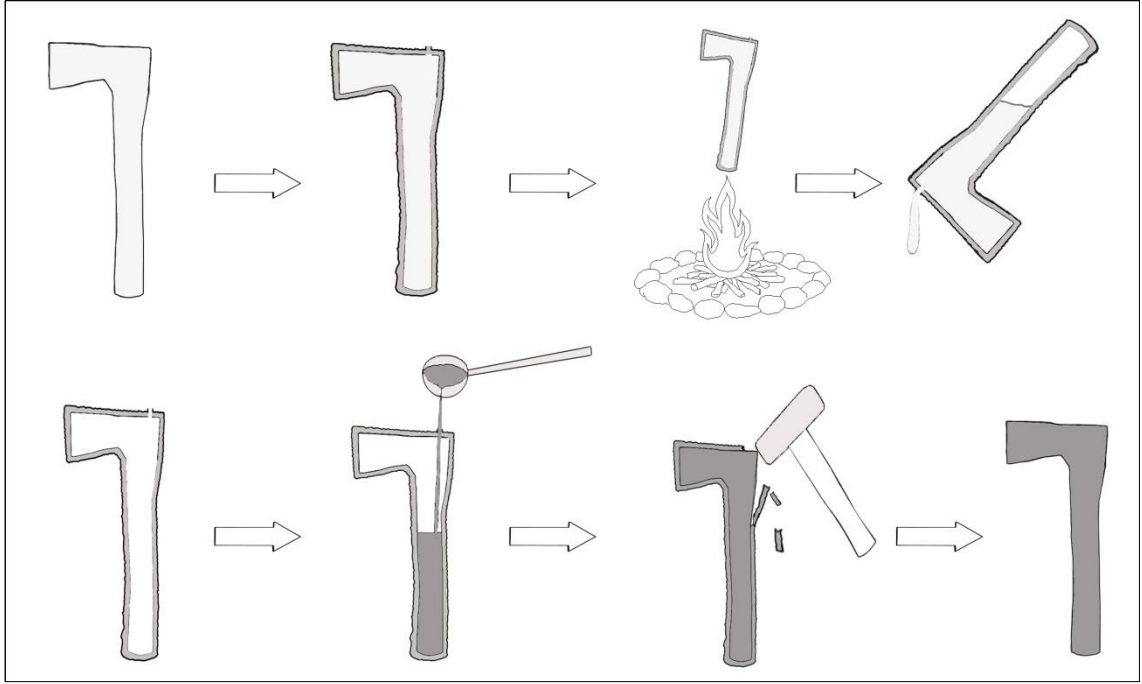
Cevherden toplanıp ayrıştırılmaları ve soğukken çalışılması kolay olan bu madenler; yemek pişirmek ve avlanmak için kullanılacak dayanıklı gereçlerin yapılmasına uygun olmayacak kadar yumuşaklardı. Bu dönemlerde demir henüz yaygın olarak kullanılmamaktaydı.

³ Zeki Tez, Madencilik ve Metalürji tarihi (İstanbul, 1989), s.12.

⁴ The Culinary Institute of America, The Professional Chef's Knife Kit (Canada, 2000), s.2.

Mısırlı ustalar soğukken işlenebilmesi kolay olan ve korozyona çok dayanıklı bir metal olan altın'ın yanında hava ile temasında oksitlenen demire değer vermiyorlardı. Metaller; diğer metaller ya da minerallerle karıştırılıp kendi karakteristik özelliklerine sahip metal alaşımları yaratıldı. Milattan önce 3500 civarlarında Asya'nın güney doğusunda bakır, kalay ile karıştırılarak daha sert ve dayanıklı olan bronz üretilmeye başlanmıştı. Bu uygulama Avrupa'ya milattan önce yaklaşık 1800 yıllarında yayıldı.⁵

M. Ö. 3000 yıllarında bronz kullanarak alet yapımında Mezopotamya'da çok ilginç bir buluş olan *cire perdue (saklı kalıp)* yöntemi uygulanmaktaydı. Bu yöntemde istenilen aletin önce mumdan modeli yapılıyor, sonra mum'un üstüne kil kaplanıyor, kil ısıtılarak çömlek oluşturuluyordu. Bu arada içerideki mum eriyerek akıyor, açılan boşluğa erimiş metal dökülerek mum modelin biçimindeki metal gereç ortaya çıkartılıyordu.⁶



Şekil 1. Cire Perdue Mum Kalıp Tekniği

⁵ The Culinary Institute of America, The Professional Chef's Knife Kit (Canada, 2000), s.2.

⁶ Zeki Tez, Madencilik ve Metalürji tarihi (İstanbul, 1989), s.15.

Bronz'un bu yaygın kullanımıyla araç-gereç ve silah yapımında taştan daha üstün bir malzeme elde edinilmiş oldu. Ancak dönemin araç gereçleri ağaç işlemeciliği için ihtiyaç duyulan güçlü el aletleri ihtiyacını hala karşılayamıyordu. Bu; ancak demirin, bronzun yerini almasıyla olacaktı.

Demir, kendi başına çok yumuşak ve paslanabilen bir materyaldir. Demir diğer metal ve minerallerle birleştirildiğinde paslanmaya dayanıklı ve daha sağlam bir metal haline getirilebiliyordu.

Çelik üretimi için demir kullanımı milattan önce 2000 yılları dolaylarında başlamıştı. Ancak o yıllarda çelik gereçler, çelik üretiminin zor ve tehlikeli olması nedeniyle yaygın değillerdi. Hititler, M. Ö. 2000 yıllarında yüksek nitelikli demir işçiliği yapan ilk uygarlıklardı.⁷

O dönemlerde elde edilebilen en yüksek sıcaklıkta bile demir eritilemiyordu, ancak sıcakta yumuşatılmış demir çekiçlenerek sert bir malzeme (dövme demir) elde edilebiliyordu.⁸

“Demirin erimesi 1500 ° C’ in üzerindeydi ve o zamanlar bu sıcaklığa ulaşamıyordu. Erişilebilen sıcaklık derecelerinde demir erimeden ya da cüruftan ayrılmadan cevherden ayrıştırılıyordu. Ortaya çıkan ürün demir yığını denen zerreciklerle dolu, süngere benzeyen bir cüruf kütleliydi. Demirciler demir yığını dediğimiz bu kütleyi döverek demiri cüruftan ayırıp dövme demir dediğimiz safâ yakın bir demir çubuk elde etmeyi başardılar.”⁹

Dökme demir ise, çok sonraları orta çağda özel fırınların geliştirilmesiyle üretililebildi. Dökme demir, dövme demire göre daha ucuza mal oluyordu ve daha sertti. Ancak yüksek karbon içermesinden dolayı kırılgandı ve bu yüzden çekiçle şekil verilemiyordu.

⁷ Watson E. Mills ve diğerleri, Mercer Dictionary of the Bible (Georgia, USA, 1990), s.411.

⁸ Zeki Tez, Madencilik ve Metalürji tarihi (İstanbul, 1989), s.19.

⁹ Aynı, s.20.

Avrupa'daki bu sorun Asya'da çoktan aşılmıştı. Demir cevherinin eritilmesinde belirleyici ilk adım M. Ö. 1400' lerde Kafkasya'da yine Hitit buyruğu altında yaşayan bir halk tarafından atıldı. (Zeki Tez. Madencilik ve Metalürji Tarihi s.19). Bir başka kaynağa göre bu halk Anadolu'da yaşamış olan Chalybes halkıydı.¹⁰

Benzer şekilde; Çin'de Çin Seddi'nin güneyinde yapılan kazılarda 6000 savaştının taş heykelleri ortaya çıkarılmış ve bunların yanlarında bulunan silahlar temizlendiğinde hala ilk günkü keskinliklerini korudukları görülmüştü. Bunun üzerine yapılan kimyasal analizler sonucu bu silahların 15 farklı metalin alaşımından yapılmış olduğu görüldü. Kullanılan ana metaller bakır, kalay ve kurşundu ama aralarında henüz batı medeniyetlerinde kullanılmayan alüminyum, titanyum, vanadyum ve kobaltta vardı. Bu silahlar; Çin'de M.Ö. 1000 yıllarında batıda henüz kullanılmayan alaşımların kullanıldığını göstermektedir.¹¹

Çeliğin ilk versiyonlarının; demirci ocağındaki yakacak malzemesinin küllerinde bulunan karbon'un demirle teması sonucu ortaya çıkmış olmaları mümkündür. Zamanla demirciler, demire katacakları karbon'un miktarını ayarlamayı öğrendiler ve uzun tecrübelerden sonra karbon çeliği doğdu¹².

“Demirciler demiri işleyebilecekleri kadar yumuşatmak için ocakta yeniden kızdırıyorlardı. Kömürle yinelenen temas, demirin dış yüzeyinin ince bir karbon tabakasıyla kaplanmasına yol açıyordu. Demirle karbonun bu karışımı saf demirden daha sertti. Bu çelikti. Demirin karbonlaştırılması ya da çelikleştirilmesi denen bu yöntemi ilk keşfeden demirciler bir ileri adım daha attılar. Çelikleşen demirin suya sokularak birden soğutulduğunda gevrekleşmesine karşın daha da sertleştiğini gördüler. En son olarak sertleşen bu çeliğin yeniden ısıtıldığında gevrekliğini yitirdiğini ama sertliğini koruduğunu öğrendiler.”¹³

¹⁰ Rolf E. Hummel, Understanding materials science : history, properties, applications (New York, 2004), s.126.

¹¹ Zeki Tez, Madencilik ve Metalürji tarihi (İstanbul, 1989), s.22.

¹² The Culinary Institute of America, The Professional Chef's Knife Kit (Canada, 2000), s.3.

¹³ Zeki Tez, Madencilik ve Metalürji tarihi (İstanbul, 1989), s.20.

Fransız fizikçisi Reaumur karbonun demire sertlik vererek çelik oluşturduğunu bilimsel olarak bulan ilk kişidir.¹⁴

Düşük karbonlu çelik ilk olarak milattan önce 1000 dolaylarında orta doğuda geliştirildi. Ancak çelikten yapılan gereçlerin Asya, Avrupa ve Kuzey Afrika'da yaygınlaşması milattan önce 700 yıllarında önce olmadı. 16. yüzyıla gelindiğinde Avrupa'da her türlü alet, gereç, çatal ve bıçaklar çelikten yapılmaya başlandı¹⁵.

Demir ocaklarındaki gelişmeler, demircilere demire katılan karbon miktarını ayarlama daha yüksek kontrol sağladı. 19. yüzyılın sonlarındaki gelişmeler seri üretim kaliteli karbon çeliğinin üretimine ön ayak oldu. Karbon çeliği yaygınlaşıp, maliyeti düştükçe her türlü kesici alette karbon çeliği kullanımı bir standart halini aldı. Tüm bu gelişmeler ve karbon çeliğinin avantajlarına rağmen hala bazı problemler vardı; karbon çeliği kolayca keskinleştirilebiliyordu ancak keskinliğini uzun süre muhafaza edemiyor ve köreliyordu. Ayrıca paslanıyor, çukurlaşma korozyonuna maruz kalıyor ve su ya da asidik sıvılarla temasa girdiğinde lekeleniyordu.¹⁶

Bu nedenlerden ötürü karbon çeliğinden üretilen gereçler düzenli bakıma ihtiyaç duyuyorlardı. 1912'de karbon çeliğine krom eklemenin paslanma ve lekelenmeyi önlediği keşfedildi. Bu çeliğe paslanmaz çelik denildi. Paslanmaz çelik, karbon çeliğinden daha sertti, dolayısıyla uygun bir kesici yüzey hazırlamak daha uğraşlıydı. Her ne kadar karbon çeliğine krom eklenmesiyle elde edilen paslanmaz çelik bugün az da olsa kullanılsa da; kesici gereçlerin esas çeliği 1920'li yıllarda yüksek karbonlu paslanmaz çelik oldu.¹⁷

¹⁴ Zeki Tez, Madencilik ve Metalürji tarihi (İstanbul, 1989), s.62.

¹⁵ The Culinary Institute of America, The Professional Chef's Knife Kit (Canada, 2000), s.4.

¹⁶ Çukurlaşma korozyonu: Bu tür korozyon metalin üzerinde küçük delikler oluşması şeklinde görülür. Bu durum; materyal içerisindeki uyumsuz atomsal ve moleküler yapıları dolaylı olarak oluşur. Bu durum materyalin iç yapısında gerilimler ve çatlaklara neden olabilir.

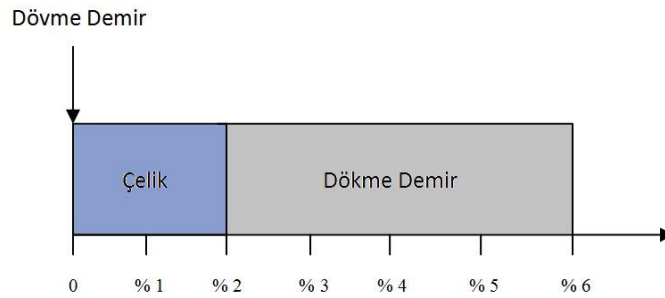
¹⁷ The Culinary Institute of America, The Professional Chef's Knife Kit (Canada, 2000), s.5.

Yüksek karbonlu paslanmaz çelikler; düşük karbonlu çeliklerden daha fazla karbon içermesinin yanında, yapılan aletin paslanmaz, dayanıklı ve kesici yüzeyini uzun süre muhafaza edebilmesini sağlayan belirlenmiş spesifik oranlarda krom ve molibden gibi başka metaller de içermektedirler. Daha sonraları süper paslanmaz çelik alaşımları bulunsada, yüksek karbonlu paslanmaz çelikler halen en yaygın kullanılan çelik tipidir.

1.3. Çelik ve Üretim Yöntemleri

Çelik; demir ve karbon alaşımı bir malzemedir. Çelik, yaklaşık olarak ağırlığına oranla % 0,3 ile % 2 arasında karbon içerir. Demir, yer kabuğunun % 5' ini oluşturan ve doğada çeşitli bileşikler halinde bulunan bir metaldir ve alüminyumdan sonra en bol bulunan elementlerdendir.

Ham demirin kullanılabilir hale gelebilmesi için içerisindeki karbon miktarı çeşitli yöntemlerle azaltılır. Karbon oranı % 2 - % 6 arasına düşürülmüş ise dökme demir (pik demiri), % 0,2 'den azsa dövme demiri adını alır.¹⁸ (Şekil 2.)¹⁹



Şekil 2. Karbon Miktarı Şeması

Endüstride saf demir kullanılmamaktadır. Madenlerden çıkarılıp, fırınlarda elde edilen demir saf olmayıp her madene ve ayrıştırma kalitesine göre değişen oranlarda içerisinde az da olsa çeşitli elementler bulundurulur. Demir, bu safsızlık yapan elementlerden saflaştırma çalışmalarıyla arındırılır.

¹⁸ T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı – Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı, Çelik Malzemelerin Seçimi ve Standartları (Ankara, 1992), s.3.

¹⁹ Daniel A. Brandt ve diğerleri, Metallurgy Fundamentals (Tinley Park, Ill. : Goodheart-Willcox). s.71.

Tamamen saf demir elde etmek mümkün değildir ancak son zamanlarda içerisindeki saflığı bozan elemanların oranı % 0,006'yı (60ppm) aşmayacak saflıkta çelik üretimi yapılabilmektedir.²⁰

Çelik içerisindeki karbon miktarının % 0,4' ten fazla olması çelikte taneler arası kırılabilirliğin oluşmasına neden olur. Karbon miktarındaki artış çeliğin mukavemetini yükseltmesine karşın darbe direncini düşürür.²¹

Çelikteki karbon miktarı % 0,8 – 0,85' i aştığında dayanımı daha fazla artmaz, çelik gevrekleşir. Benzer biçimde sertliği de % 0,6 karbon ve sonrasında artmaz.²²

Günümüzde çelik üretiminde yaygın olarak kullanılan 3 tip çelik üretim ocağı bulunmaktadır:

1.3.1. Oksijen Ocağı

Erimiş haldeki sıvı pik demir ocağa yüklenir, bir miktar hurda malzeme eklenerek eriyik üzerine oksijen üflenir. Sıvı pik içindeki fosfor, silisyum, mangan ve karbon fazlalığı oksijenle birleşerek cürufa ve baca gazlarına geçer. Bu elementler istenilen düzeye getirilerek sıvı pik sıvı çeliğe dönüştürülür.

1.3.2. Siemens - Martin Ocakları

Az miktarda hurda malzeme ile sıvı pik demir bu ocaklarda 8-16 saat süren redüklenme (bkz. Tanımlar) sonunda sıvı çeliğe dönüşür. Eski bir yöntemdir ve kullanımı azalmaktadır.

²⁰ R. W. K. Honeycombe, Steels (Great Britain, 1981), s.1.

²¹ Adnan Tekin, Çeliklerin Metalürjik Dizaynı (İstanbul, 1981), s.125.

²² Hayri Yalçın, Malzeme Bilgisi (Ankara, 2002), s.70.

Cüruf: Metallerin eritilmesinde fırında en üst kısımda toplanan ve yerine göre atılan veya özel işleme tabi tutularak inşaat kumu, kaldırım taşı, cüruf çimentosu vb. imalatla kullanılabilen artık.
(<http://www.etimaden.gov.tr/tr/madensozluk/C.htm> Erişim Tarihi 9.5.2009)

1.3.3. Elektrikli Ocaklar

Elektrikli ark ocakları ve indüksiyon ocakları olarak iki tiptir. Genelde açık havada hurda eritilir. Küçük kapasiteli üreticiler yaygın kullanır. Hurda çelik kullanılır ve pik demir gerekmez. Maliyet düşüktür, paslanmaz çelik, takım çeliği üretimine daha elverişlidir.

1.4. Kesici El Aletlerinde Kullanılan Başlıca Çelik Sınıfları

Günümüz enstrüman yapımcılığında kullanılan kesici el aletlerinin çelik tipleri büyük çeşitlilik göstermektedir. Sade karbon çeliklerinin yanı sıra, alaşımlı çeliklerin pek çok varyasyonu, hatta önceleri genellikle makine parçalarında kullanılan vanadyum ve tungsten ihtiva eden bazı takım çelikleri de ıskarpela ve oyma bıçaklarında kullanılmaya başlanmıştır. Çelikler; Amerikan Demir ve Çelik Enstitüsü – **AISI** tarafından dokuz ana gruba ayrılır. (**Tablo 2.**)²³

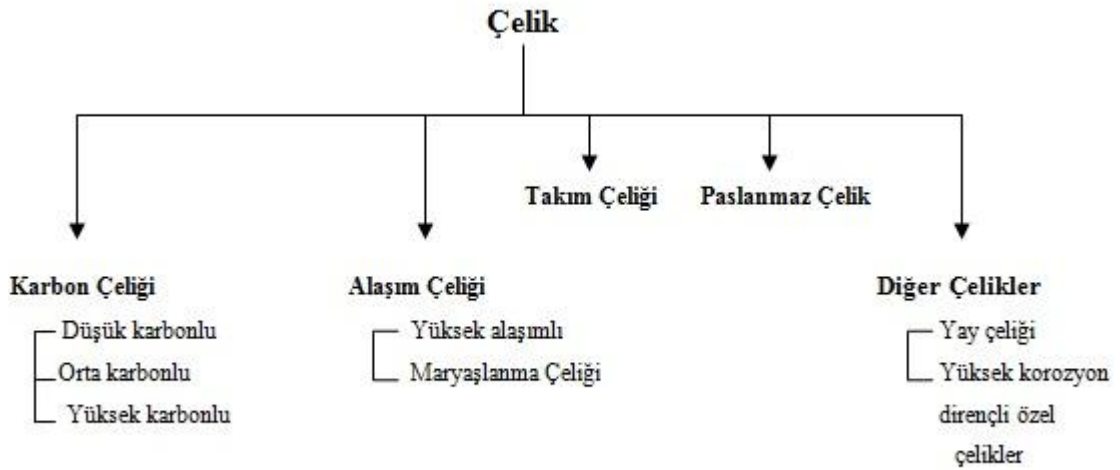
Sınıf	Grup
1xxx	Karbon Çelikleri
2xxx	Nikel Çelikleri
3xxx	Nikel-Krom Çelikleri
4xxx	Molibden Çelikleri
5xxx	Krom Çelikleri
6xxx	Krom-Vanadyum Çelikleri
7xxx	Tungsten Çelikleri
8xxx	Nikel-Krom-Vanadyum Çelikleri
9xxx	Silikon-Mangan Çelikleri

Tablo 2. AISI Çelik Sınıflandırması

²³ Larry Jeffus, Welding, principles and Applications (United states of America, 2004), s.615.

Bu sıralamaya göre ilk sayı hanesi çeliğin asıl grubunu, ikinci hane diğer alaşım elemanlarını, son iki hane ise çeliğin içerisindeki karbon miktarının çeliğin ağırlığına göre yüzdelik değerini gösterir. Örneğin 1060 çeliği % 0,60 karbon içeren sade karbonlu çeliktir. Kullanılan tüm çelik tiplerini burada incelemek mümkün olmasa da genel bir uygulama olan kimyasal yapıya göre sınıflandırdığımızda iki ana grup ve bunların alt üyeleri ortaya çıkmaktadır.

Kimyasal yapısına göre çelik; karbon çelikleri ve alaşım çelikleri olarak iki ana grupta toparlanabilir. Ancak günümüzde, esasında alaşım çelikleri bünyesinde bulunan paslanmaz çelikler ve takım çelikleri de kendi içlerinde de farklı tipler barındırıp çeşitli alanlarda çok fazla kullanıldıklarından ayrı birer çelik grubu olarak görülmektedirler (Tablo 3.)²⁴



Tablo 3. Başlıca Çelik Türleri

²⁴ Daniel A. Brandt ve diğerleri, Metallurgy Fundamentals (Tinley Park, Ill. : Goodheart-Willcox). s.74.

1.4.1. Karbon Çelikleri

Bileşimlerinde alaşım elemanı olarak yalnızca karbon bulunan çeliklerdir. Üretimleri aşamasında elde olmayan nedenlerden ötürü az miktarda bazı metal ve diğer elemanlarda içerebilirler. Sade karbonlu çeliklerin enstrüman yapımı gereçlerindeki kullanım alanı hala yüksektir. Pek çok düz ve oluklu ıskarpela, oyma bıçakları, testereler vb. aletlerin yapımında sıklıkla kullanılmaktadır. Sade karbon çelikleri pek çok iş için yeterli olmakla beraber günümüzde takım çelikleri, paslanmaz çelikler gibi daha yeni teknolojiye çeliklere göre yumuşak kalmaktadırlar. Bu bakımdan yumuşak ağaçlarda çalışmaya daha uygundurlar. Özellikle Japonya üretimi el aletlerinin hemen hepsi geleneksel dövme yöntemiyle sade karbon çeliğinden yapılmaktadır.

Karbon çelikleri içlerindeki karbon miktarına göre üçe ayrılırlar:

a) Düşük karbonlu çelikler: Bileşimlerindeki karbon oranı ağırlığa oranla % 0,2 – 0,3 arasında değişen çeliklerdir. Yumuşak olduklarından işlenebilirlikleri çok iyidir. Bu çelik tipi genellikle sac veya levha şeklinde imal edilirler. Bileşimlerindeki toplam alaşım elementi % 1 civarındadır.²⁵

Ucuz ve kolay işlenebilir olmasından dolayı çok kullanım alanına sahiptir. Çit ve dikenli tel, otomobil gövdeleri, istif tankları, büyük borular, yapılar, gemi ve köprülerin çeşitli parçaları düşük karbonlu çelikten yapılır. Düşük karbonlu çelik, yüksek karbonlu çelik ya da alaşım çeliği kadar kuvvetli olmasa da bu zayıf ya da kalitesiz olduğu anlamına gelmez. Düşük karbon çeliği dahil tüm çelikler oldukça kuvvetli yapıdadırlar ve yüksek miktarda dayanım sağlayabilirler²⁶.

b) Orta karbonlu çelikler: Bileşimlerindeki karbon oranı % 0,3 – 0,6 arasında değişen çeliklerdir. Isıl işlem görebilirler. Eğer ısıtma işlemi iyi yapılırsa orta karbonlu çelikler gayet sert ve kuvvetli olabilirler. Demir ocaklarında ve yüksek kuvvet gereken döküm işlemlerinde kullanılabilirler.

²⁵ Adnan Tekin, Çeliklerin Metalürjik Dizaynı (İstanbul, 1981), s.40.

²⁶ Daniel A. Brandt ve diğerleri, Metallurgy Fundamentals (Tinley Park, Ill. : Goodheart-Willcox). s.72.

Enstrüman yapımı gereçlerinde sistire gibi ucuz gereçlerin yapımında kullanılmakla beraber endüstrinin diğer dallarında esneme avantajlarından dolayı jant, aks, krank mili ve dişli yapımında da sıkça kullanılırlar.

c) Yüksek karbonlu çelikler: Bileşimlerindeki karbon oranı % 0,6'dan fazla olan çeliklerdir. İçeriğindeki yüksek karbon miktarı çeliğe sağlamlık verir. Bu sayede uzun süre kesme işlevini yerine getirebilir. Ayrıca kolayca ısıl işlem görebilmeleri yüksek sertliğe ulaşabilmelerini sağlar. Bu sertliğin dezavantajı kırılganlık ve potansiyel çatlama riskidir. Japonya yapımı ıskarpelalar ve bıçakların büyük kısmı bu gruba girmektedir.

Karbon çeliklerinden özellikle orta ve yüksek karbonlu çelikler ahşap işçiliğinde kullanılan takımlarda kullanılmaktadırlar. 1020 düşük karbonlu, 1045 orta karbonlu, 1095 yüksek karbonlu çeliklerdendir. 1095 çeliği; W1 takım çeliğine benzer özellikler taşıyan kaliteli ve ağaç işlerine çok uygun bir çeliktir. 1060 çelikleri pek çok çekicinin yapımında kullanılır.²⁷

Bunun dışında bıçak, kalıp, tren tekerlekleri gibi yüksek kuvvet gerektiren ürünlerin yapımında kullanılırlar.

Karbon Çelikleri		
Düşük Karbonlu	Orta Karbonlu	Yüksek Karbonlu
• 0,05 - 0,35 % oranında karbon • Daha az kuvvet • Daha az sertlik • Kolay işlenme ve form alma • Daha ucuz • En yüksek oranda üretim	• 0,35 - 0,6 % oranında karbon • Isıl işlem sonrası sert ve kuvvetli • Düşük karbonlu çelikten daha pahalı	• 0,6 - 1 % oranında karbon • Isıl işlem sonrası sert ve kuvvetli • Düşük ve orta karbonlu çelikten daha pahalı

Tablo 4. Karbon Çelikleri Kıyaslaması

²⁷ Appalachian Chapter of Blacksmiths, Dave Smucker Steels Useful for Tools, (<http://tidewaterblacksmiths.net/1.html>), Erişim Tarihi (9.05.2009)

Sistire: Ahşap malzeme üzerinde kazıyarak düzeltme yapılmasını sağlayan kalınlığı genellikle 0,2 - 1mm. Arasında değişen ince çelik levhadan el aleti.

1.4.2. Alaşım Çelikleri

Çeliklere istenilen iyi özellikleri kazandırabilmek için bileşenlerine mangan, silisyum, krom, nikel, kobalt, bakır, alüminyum vb gibi metaller ilave edilerek uygulama alanına göre aşınmaya, korozyona ve sıcaklığa dayanıklı çelikler üretilir. Alaşım çelikleri karbon çeliklerinden daha pahalıdır ve özel gereksinim durumlarında üretilirler. En büyük çelik gurubudur. Pek çok alt türlere ayrılabilir da enstrüman yapımında kullanılan kesici el aletlerinde aşağıdaki tipler yaygın olarak kullanılan çeliklerdir.

1.4.2.1. Paslanmaz Çelikler

Mekanik özellikler bakımından diğer ucuz çeliklerden farklı olmayan paslanmaz çeliklerin yüksek maliyetlerine karşın pratikte yaygın olarak kullanılmalarının nedeni korozyon dirençleridir.²⁸

Bu çeliklerin özelliklerinin başında yüksek sıcaklıklarda korozyon ve kimyasal tepkilere karşı dayanımlarının yüksek olması gelir. Bu özellikleri çeliklere kazandıran elementlerin başında krom ve nikel gelir. Ağırlıklarına oranla % 10 ya da daha fazla krom içerirler.²⁹

Paslanmaz çelikler de bazı durumlarda korozyona uğrayabilir. Genel olarak korozyon direnci yüksek olan paslanmaz çelikler kırsal ve kentsel atmosferlere karşı dirençlidirler. Ancak korozyon hızının büyük ölçüde klor miktarına bağlı olduğu belli endüstri ve deniz ortamında çok kolay korozyona uğrarlar.³⁰

²⁸ Adnan Tekin, Çeliklerin Metalürjik Dizaynı (İstanbul, 1981), s.176.

²⁹ American Iron and Steel Institute, Steel Glossary (http://www.steel.org/AM/Template.cfm?Section=Steel_Glossary2&CONTENTID=6426&TEMPLATE=/CM/HTMLDisplay.cfm), Erişim Tarihi (12.03.2009)

³⁰ Adnan Tekin, Çeliklerin Metalürjik Dizaynı (İstanbul, 1981), s.227.

Çeliğin duyarlanması denilen durumda; paslanmaz çeliğin karbon yüzdesi çok yüksek ise, bu çelik belli sıcaklık aralığında duyarlı hale gelebilir. Duyarlı hale gelen çelik çeşitli ortamlarda korozyona uğrayabilir.³¹

Paslanmaz çelikler sade karbon çeliklerinden daha dayanıklı ve pahalıdır. İşlenmeleri ve kesilmeleri karbon çeliklerine göre daha zordur. Enstrüman yapımında kullanılan kesici el aletlerinin çok büyük bir kısmı yüksek alaşımlı paslanmaz çelikten üretilmektedir.

1.4.2.2. Takım Çelikleri

Yüksek alaşımlı çeliklerden olan takım çelikleri çok yaygın kullanıma sahip olduklarından dolayı diğer çeliklerden ayrı olarak gruplandırılmışlardır. Çeşitli metal veya metal olmayan malzemeden yapılacak parçaların şekillendirilmesinde kullanılan aşınma dayanımları yüksek ve genelde alaşımlı olan çeliklerdir.

Kesici gereçlerde, kalıp yapımında, genel makine parçalarında kullanılır. Toplamda 100'den fazla takım çeliği tipi vardır.³²

Ancak bunlardan bazı belirli tipleri el aletlerinde kullanılır. AISI tarafından yedi ana grupta toplanırlar (**Tablo 5.**)³³

³¹ Hayri Yalçın, Malzeme Bilgisi (Ankara, 2002), s.108.

³² Paul M. Unterwiser ve diğerleri, Heat treater's guide: standard practices and procedures for steel. (second edition, Metals Park, Ohio. American Society for Metals, 1982), s.257.

³³ Erik Oberg ve diğerleri, Machinery's Handbook. 26th edition. (New York, 2000), s.452

Sıra	Grubu	Sınıfı	Özelliği
1	Su Çelikleri	W	Suda soğutulmuş, su çeliği
2	Soğuk iş Takım Çelikleri	O	Yağda soğutulmuş, yağ çeliği
		A	Havada soğutulmuş, hava çeliği
		D	Yüksek karbonlu, yüksek kromlu
3	Şoka Dayanımlı Takım Çelikleri	S	
4	Yüksek Hız Çelikleri	T	Tungsten bazlı
		M	Molibden bazlı
5	Sıcak İş Çelikleri	H	H1-H19: Krom bazlı
			H20-H39: Tungsten bazlı
			H40-H59: Molibden bazlı
6	Plastik Kalıp Çelikleri	P	
7	Özel Amaçlı Takım Çelikleri	L	Düşük alaşımlı
		F	Karbon-Tungsten bazlı

Tablo 5. AISI Takım Çelikleri Sınıflandırması

Bunlardan hava soğutma takım çelikleri, su soğutma takım çelikleri, yağ soğutma takım çelikleri sıklıkla kullanılan tiplerdir. Yağ ve hava soğutma takım çelikleri daha yavaş bir soğutma sağladıklarından, su soğutma takım çeliklerine göre daha iyi sertleştirilebilir özelliktedirler.

Yapılarında % 1' den fazla mangan bulunduran bazı özel çelikler aşırı soğutma hızlarına dayanamaz ve çatlarlar bunu önlemek için böyle çeliklere yağ ve su verilir. Hava çelikleri adı altında genellikle yüksek alaşımlı (katkılı) çelikler anlaşılmaktadır. Bu çeliklerin sertleştirilmeleri çok iyi olup hava veya uygun gaz akımı ile soğutularak kolayca su verilebilirler.³⁴

Hava soğutma takım çeliklerinden A2 çeliği en ekonomik ve bol bulunan tip olup, pek çok planya bıçaklarında kullanılan temel takım çeliğidir.

³⁴ Çeliklerle ilgili bazı önemli bilgiler, (<http://www.mizancelik.com.tr/?mode=haber>), Erişim tarihi (7.5.2009)

Genellikle vanadyum ihtiva eden bu çelik tipinden yapılan kesici el aletleri uzun süreli kullanımlarda körelmeden kalabildiğinden abanoz, gül ağacı gibi sert ağaçlarda kullanılmaya çok uygundur. Kaliteli sistire ve düz ıskarpelalarda görülen bir çelik tipidir. Takım çelikleri aşınma dayanımı ve keskinlik arasında dengeyi sağlamışlardır. Enstrüman yapımında kullanılan kesici el aletlerinde en sık kullanılan takım çelikleri aşağıda görülebilir (**Tablo 6.**)

D2	Hava soğutma, yüksek karbon, yüksek krom, yüksek aşınma direnci
A2	Hava soğutma, yüksek stabilite
S7	Hava soğutma, yüksek darbe dayanımı
O1	Yağ soğutma, yüksek tungsten, yüksek krom
O6	Yağ soğutma, soğuk iş çeliği, grafit içerikli
A6	Hava soğutma
H13	Yüksek krom, yüksek darbe direnci

Tablo 6. Sık Kullanılan Takım Çelikleri³⁵

1.4.2.3. Yüksek Hız Çelikleri (HSS - Hoch Schnell Stahl)

Takım çeliklerinin önemli bir alt grubudur. 1200 dereceye kadar ısıtılıp havada soğutularak 63-67 Hrc sertliğine ulaşırlar. Havada sertleştirilmelerinden ötürü dilimizde *hava çeliği* adını almışlardır.

Genel olarak torna kalem, matkap ucu, rayba gibi talaş kaldırma takımlarının imalinde kullanılırlar. İçlerinde değişken oranlarda bulunan molibden ve tungsten bu çeliklere yüksek ısı direnci verir ve bunlardan hangilerini içerdiklerine göre AISI tarafından T – tungstenli yüksek hız çelikleri, M – Molibdenli Yüksek hız çelikleri olarak iki gruba ayrılırlar. Isı dirençleri sayesinde kuru taş motoru kullanılarak yapılan bileme işlemlerinde dahi kimyasal yapıları bozulmadan sağlıklı biçimde bilenebilirler.

Son yıllarda matkap ucu, rayba gibi aparatların dışında, enstrüman yapımcılarına özel olarak da yüksek hız çeliğinden kesici gereçler yapılmaya başlanmıştır.

³⁵ John English, Woodworker's Guide to Sharpening (East Petersburg, PA: Fox Chapel Publishing), s.9

Bu çeliklerin normal alaşım çeliklerine göre ağaç malzemeye çalışmalarda çok daha uzun süreli kesicilik ömrüne sahip oldukları görülmüştür. Piyasada bulunan bazı türleri çelik türleri arasında en pahalı olanlarıdır.³⁶

Tablo 7. de çeliğin kesici aletlerdeki gelişimi görülebilmektedir.³⁷

Yıl	Gelişme
İ. Ö. 350	Hindistan Wootz çeliği
M. S. 300	Şam ve Toledo Çelikleri
Orta Çağ	Sementasyon (karbürleme) işlemi
1740	Benjamin Huntsman tarafından demir ergitmenin yeniden keşfi
1903	Modern yüksek hız çeliğinin prototipi
1904	% 0,30 oranında vanadyum eklentisi
1923	Daha yüksek ısı direnci için % 12 kobalt eklentisi
1940-1952 arası	Molibdenden tungstene geçiş
1960	Rockwell 70Hrc sertliğinde yüksek hız çelikleri

Tablo 7. Çeliğin Kesici Aletlerdeki Gelişim Kronolojisi

Karbon Çelikleri	Alaşım Çelikleri
• Düşük maliyet • Daha yüksek bulunurluk • Daha az alaşım elemanı	• Yüksek maliyet • Daha fazla alaşım elemanı • Daha iyi korozyon direnci

Tablo 8. Karbon-alaşım Çelikleri Kıyaslaması³⁸

³⁶ T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı – Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı, Çelik Malzemelerin Seçimi ve Standartları (Ankara, 1992), s.28.

³⁷ George E. Roberts ve diğerleri, Tool Steels (fourth edition. Metals Park, Ohio, American Society for Metals, 1980), s.2.

³⁸ Daniel A. Brandt ve diğerleri, Metallurgy Fundamentals (Tinley Park, Ill. : Goodheart-Willcox). s.74-75.

1.5. Çelikte Alaşım Elementleri ve Etkileri

Çelik, içerisine katılan diğer elementlerle alaşım yaparak farklı özelliklere sahip olabilir. Bunlar; alaşımları yapılan elementlere göre sertlik, işlenebilirlik, sağlamlık, bilenme özelliği, korozyon direnci, ısı direnci gibi özelliklerden bir ya da birden fazlasını kapsayabilir. Bazıları ise sadece çeliğin üretim aşamasında içinde kalan ve çelikten arındırılmaması sonucunda çelikte önemli yapısal problemler yaratan oksijeni giderici olarak kullanılırlar.

Nikel, silikon ve mangan çeliğin mikroskobik yapısını değiştirmezken, molibden, krom ve tungsten karbür yapıcıdır.³⁹

Özellikle torna takımlarında kullanılan tungsten karbür çok yüksek sertlik ve sağlamlıktadır. Bunlar kesici yüzeylerini standart yüksek hızlı çeliklere göre birkaç kat daha iyi korurlar.⁴⁰

Tungsten karbür çok sert olduğundan sadece elmas ile bilenebilir.

Karbon: Çelikte başlıca sertleştirici etkisi olan elementtir. Sertlik ve çekme dayanımını artırır. Fakat esnekliği, şekillenebilirliği, dövülme ve kesilme özelliğini zayıflatır. İşlenebilirliğin ön planda olduğu çeliklerde karbon miktarı düşük tutulmalı, dayanım değerlerinin yüksek olması gerektiği durumlarda ise çeliğin karbon içeriği yüksek olmalıdır. Çeliğin alabileceği maksimum sertlik 67 Hrc sertliğinde olup bu değer % 0,6 karbon miktarı ile elde edilir.⁴¹

Mangan: Çeliğin dayanımını artırır. Esnekliğini az miktarda azaltır. Düşük karbonlu çeliklerde etkisi düşük, yüksek karbonlu çeliklerde etkisi yüksektir.

³⁹ R. W. K. Honeycombe, Steels (Great Britain, 1981), s.67.

⁴⁰ John English, Woodworker's Guide to Sharpening (East Petersburg, PA: Fox Chapel Publishing), s.10.

⁴¹ Alaşım elementlerinin çelik yapısına etkisi, (http://www.hurcelik.com.tr/tr/alasim_elementlerin_etkisi.html), Erişim Tarihi (26.04.2009)

Genellikle karışıma cevher halindeyken girer. Çeliğin mekanik özellikleri iyileştirdiğinden ayrıca da ilave edilir. Manganın iyi yöndeki etkisi karbon miktarının artmasıyla birlikte artar.

Silisyum: Oksijen gidericidir. Sertliği, mukavemeti ve elastikiyeti arttırır, ancak yüzey kalitesini olumsuz yönde etkiler. Ucuz bir alaşım elementidir. Genellikle esneklik gerektiren yay çeliklerinde kullanılır. Yüksek silisyum içeren çeliklerin ısı dayanımı yüksektir.

Krom: Korozyon ve aşınma direncini, sertleşme özelliğini arttırır. Paslanmaz çeliklerin temel alaşım elementidir. Krom; % 25'e varan değerlerde ilave edilmesi halinde malzeme yüzeyinde bir oksit tabakası oluşturarak paslanmaya karşı direnç sağlar ve yüzeyde parlak bir görüntü sağlar. Çeliğin yüksek sıcaklıkta mukavemetini korumasını sağlar.

Nikel: Kromla birlikte bulunursa sertliğin derine inmesini sağlar. Kromdan sonra paslanmaz çeliklerin en önemli ikinci alaşım elementidir. Alaşımli çeliklerde % 5'e varan oranlarda kullanılır.

Krom nikel çelikler paslanmaz olup, ısıya dayanımlıdır. Nikelin tane küçültücü etkisi bulunmaktadır. Alaşım elemanı olarak nikelin tek başına kullanımı son yıllarda azalmış nikel-krom alaşımı başta olmak üzere nikel-molibden ve nikel-krom-molibden alaşımlarının kullanımı yaygınlaşmıştır.

Molibden: Çeliğin ısı dayanımını arttırır. Molibden krom nikelle birleştiğinde kuvvetli bir karbür (karbon birleşimi) meydana getirdiğinden takım çeliklerinde kullanılır. Çeliğin sertleştirilebilirliğini arttırır. Çeliğin gevrekliğini azalttığından darbe dayanımı arttırır. Paslanmaz çeliklerde özellikle oyuklaşma korozyonunu engellediği için korozyon direncini önemli ölçüde artırır.

Vanadyum: Çeliğin sıcağa dayanımını artırır. Sertleştirme işlemi sırasında çeliğin içyapısında tane küçültücü etkisinden dolayı çeliğin sertleştirilebilirliğini artırır. % 0,1 gibi bir oranda kullanılması dahi tane büyümesini engellemeye yeterlidir. Karbür yapma özelliğinden dolayı uzun süre keskin kalması istenen kesici takımlar vanadyumlu çelikten seçilir.

Tungsten: Aşınma direncini artırır. Takım çeliklerinde önemlidir. Yüksek sıcaklıklarda çeliğin menevişlenip sertliğini kaybetmesini engellediğinden sıcağa dayanıklı çeliklerin yapımında kullanılır.

Menevişleme (temperleme); ısıl işlem ile sertleştirilmiş bir çeliğin erime sıcaklığı altında ve yüksek olmayan sıcaklıklarda (150-450 °C) ısıtılarak uygun bir hızla soğutulup gevrekliğinin giderilip, dayanımının artırılması işlemidir. Ancak bu kontrollü ortamlarda yapılır. Burada anlatılan durum ise yüksek sürtünmenin olup, sıcaklığın hızlıca arttığı durumlarda çeliğin sıcaklığının kontrolsüz biçimde artması ve kimyasal yapısının bozulması sonucunda dayanımını kaybetmesidir, tungsten bunu yüksek oranda engeller. Vanadyum gibi takım çeliklerinde kesici kenarın sertliğinin muhafazasını ve takım ömrünün uzamasını sağlar.

Kobalt: Isıya dayanıklılığı ve aşınma direncini çok arttırdığından çoğunlukla takım çeliklerinde kullanılır. Beton delici matkap uçları yüksek kobaltlı çeliklerden yapılır.

Alüminyum: Sıvı çeliğin içindeki fazla oksijeni gidermede kullanılır. En güçlü oksijen gidericidir. Darbe tokluğunu artırıcı etki gösterir. Tane küçültücü etkisi vardır.

Bor: Çeliğin sertleştirilebilirliğini artırır. Düşük karbonlu çeliklerde etkisini daha fazla gösterir.

Bakır: Korozyon direncini ve sertliği artırır. Şekillenebilirliği azaltır.

Kurşun: Çeliğin işlenmesini kolaylaştırır. Kesici gereçlerin ömürlerini arttırır.

Titanyum: Vanadyum gibi tane küçültücü etkisi vardır. Ancak bu etkisi vanadyumun etkisinden daha yüksektir. Karbür oluşturunca alaşım elementi olarak kullanılır. Çelik üretimi esnasında oksijen atıcı olarak da kullanılır.

Niobyum: Tane küçültme etkisi en yüksek olan alaşım elementidir. Paslanmaz çeliklerde titanyumun yaptığı etkiyi yapar ve titanyumla birlikte veya tek başına kullanılır.

Fosfor: Fosfor, çelik içinde üretim işlemlerinden kalan bir elementtir ve istenmeyen özellikleri nedeniyle olabildiğince yapıdan uzaklaştırılır. Çelik içerisinde mümkün olduğunca düşük olmasına çalışılır ve kükürtle birlikte fosfor azlığı malzeme kalitesinde birinci kriterdir.

Kükürt: Çekme mukavemetine etkisi yok denecek kadar azdır. Fakat malzemenin tokluğuna etkisi çok fazladır. Tokluk; çeliğin aldığı darbe enerjisini kırılmadan absorbe edebilme yeteneğidir. Kükürt malzemenin tokluğunu önemli ölçüde azaltır. Ayrıca kaynaklanabilirliği kötü yönde etkiler. Kükürt çelik içinde çeliğin üretiminden kalan bir elementtir ve yukarıda belirtilen istenmeyen özellikleri nedeniyle yapıdan olabildiğince uzaklaştırılır.

Azot: İstenmeyen bir elementtir. Azot kırılabilirliğine neden olur, esneklik özelliklerini çok kötüleştirir.

Hidrojen: Kırılabilirliğe neden olur. Azottan daha tehlikelidir, malzemenin elastikiyetini azaltır.

Atom No.	Element	Sembol	Atom Ağırlığı M	Yoğunluk g/ cm ³	Erime Sıcaklığı ° C	Kaynama Sıcaklığı ° C
1	Hidrojen	H	1, 008	0, 08 x 10 ⁻³	- 259, 4	- 257, 2
5	Bor	B	10, 81	2, 34	2280	2470
6	Karbon	C	12, 01	2, 26	3750	4830
7	Azot	N	14, 01	1, 165 x 10 ⁻³	-210, 1	-195, 8
8	Oksijen	O	16, 00	1, 332 x 10 ⁻³	- 218, 8	-183
13	Alüminyum	Al	26, 98	2, 702	660	2060
14	Silisyum	Si	28, 09	2, 33	1440	2300
15	Fosfor	P	30, 98	1, 82	44	280
16	Kükürt	S	32, 06	2, 07	199	445
22	Titanyum	Ti	47, 90	4, 51	1825	3030
23	Vanadyum	V	50, 94	6, 1	1745	3400
24	Krom	Cr	52	7, 19	1895	2500
25	Mangan	Mn	54, 94	7, 43	1245	2150
27	Kobalt	Co	58, 93	8, 9	1495	2900
28	Nikel	Ni	58, 7	8, 9	1455	2730
29	Bakır	Cu	63, 57	8, 96	1083	2600
41	Niyobyum	Nb	92, 91	8, 4	2495	3710
42	Molibden	Mo	95, 94	10, 2	2750	4800
74	Tungsten	W	183, 85	19, 3	3425	5930
82	Kurşun	Pb	207, 19	11, 4	327	1740

Tablo 9. Çelik Alaşım Elementlerinin Özellikleri⁴²

⁴² Karl Erik Thelning, Çelik ve Isıl İşlemi. Çeviren: Adnan Tekin (İstanbul: Hakan Ofset, 1984). s.607, 608, 609.

1.6. Çeliğin Kristal Yapısı

Demir ve çelik kristalleri, kar kristallerine benzer yapıdadırlar. Yüksek sıcaklıklarda eriyip sıvı forma girerler. Bu eriyik soğudukça tıpkı kar kristallerinin oluşması gibi yavaş yavaş kristaller oluşmaya başlar ve çelik katılaşır.

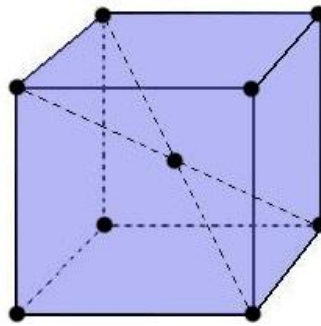
Çeliğin atomlarının kristaller içerisindeki özel dağılımlarına **uzay örgüsü** adı verilmektedir.⁴³

Çelikte yakın zamana kadar uzay örgüsündeki atomlarının görülebilmeleri mümkün değildi. Elektron mikroskobunun bulunmasından sonra atomlar görünür hale geldiler. Metaller çeşitli uzay örgülerinde olabilirler. Uzay örgüleri **birim hücrelerinden** oluşur. Birim hücreleri uzay örgüsündeki en temel ünitelerdir ve birleşerek uzay örgüsünü oluştururlar.

Metal kristalleri için dört genel birim hücresi tipi vardır:

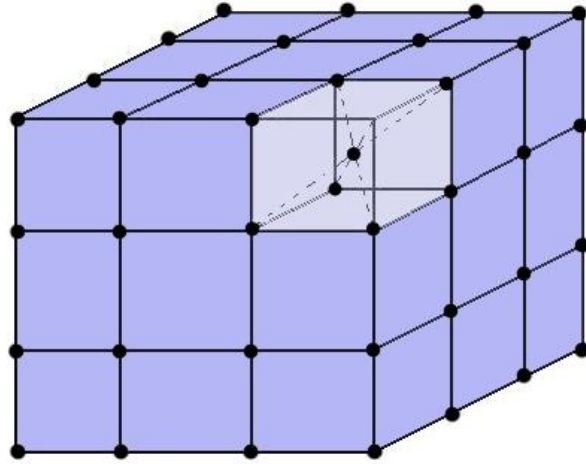
a) Hacim merkezli kübik birim hücreleri

Bunlar kübik yapıda birim hücreleridir. Her köşelerinde ve bir iç merkezlerinde olmak üzere 9 adet atom içerirler. Krom, molibden, tungsten, vanadyum ve niyobyum metallerinin kristallerinin ve demirin ferrit formu bu yapıdadır.



Şekil 3. Hacim Merkezli Kübik Birim Hücresi

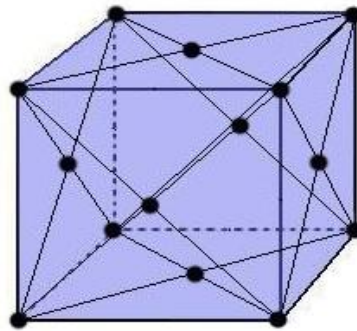
⁴³ Daniel A. Brandt ve diğerleri, Metallurgy Fundamentals (Tinley Park, Ill. : Goodheart-Willcox). s.120.



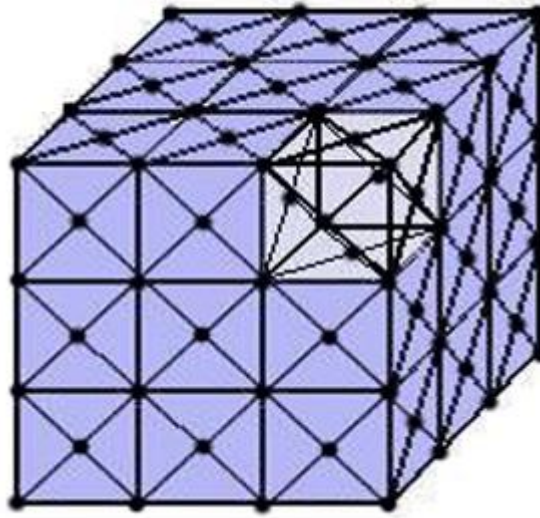
Şekil 4. Hacim Merkezli Kübik Birim Hücrelerinden Oluşan Uzay Örgüsü

b) Yüzey merkezli kübik birim hücresi

Bu atom yerleşimi de metallerde oldukça sık görülen bir yapıdır. Yine kübik yapıda ve her köşede bir atoma sahip olmakla beraber her yüzeyin merkezinde de atom içererek toplamda 14 adet atom içermektedir. Alüminyum, bakır, altın, kurşun, nikel, platinyum, gümüş metallerinin kristallerinin ve demirin östenit formu bu yapıdadır.



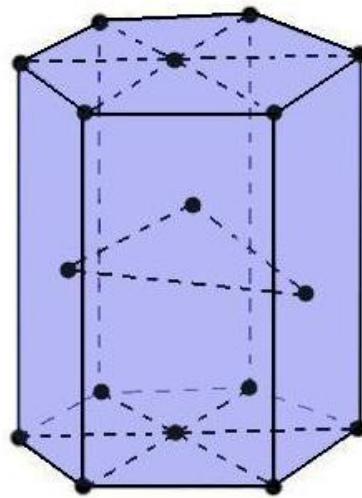
Şekil 5. Yüzey Merkezli Kübik Birim Hücresi



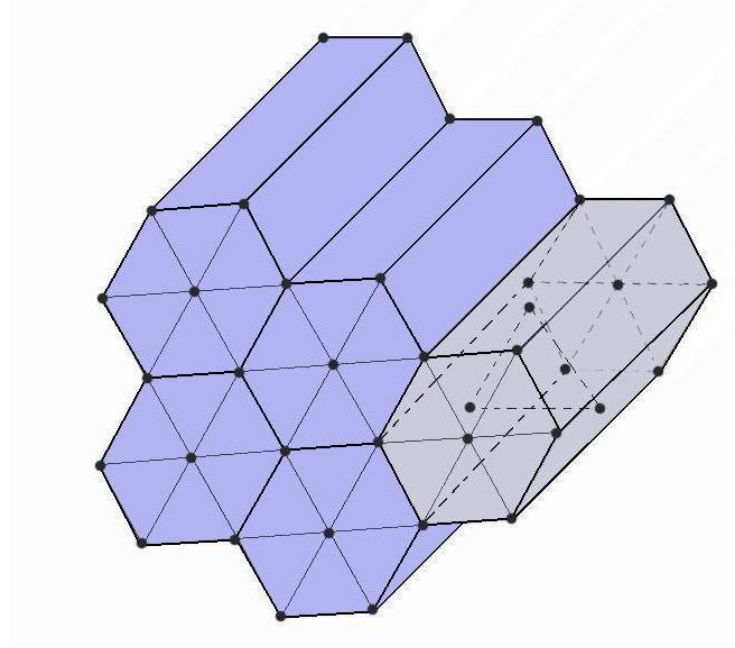
Şekil 6. Yüzey Merkezli Kübik Birim Hücrelerinden Oluşan Uzay Örgüsü

c) Hekzagonal birim hücresi

Bu form oldukça kırılgan bir yapıdır ve esneme kabiliyeti olmayan metallerin kristal yapısında görülür. Diğer kübik formlara göre farklı bir atom dizilimine sahiptir ve 17 adet atom içerir. Kadmiyum, kobalt, magnezyum, titanyum ve çinko metallerinin kristallerinin formu bu yapıdadır.



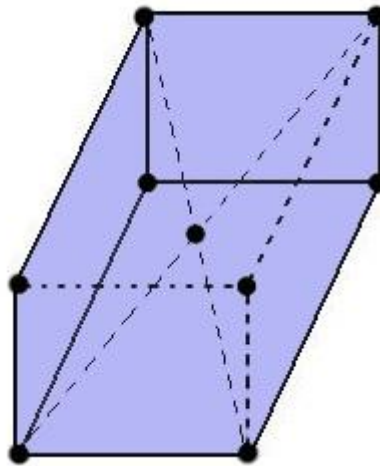
Şekil 7. Hekzagonal Birim Hücresi



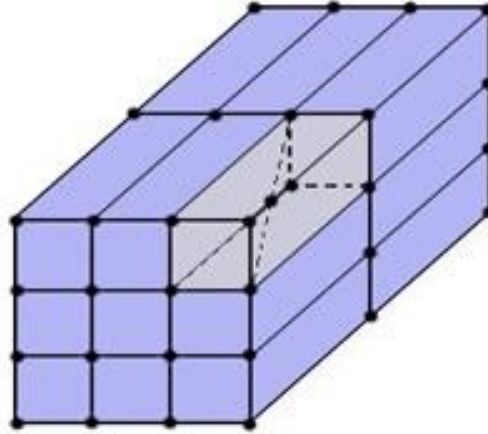
Şekil 8. Hekzagonal Birim Hücrelerinden Oluşan Uzay Örgüsü

d) Hacim merkezli tetragonal birim hücresi

Biçim olarak gövde merkezli kübik birime benzer. Atom dağılımı ve içerdiği atom sayısı da 9 olarak aynı miktardadır. Bu yapı hepsi içerisindeki en sert, kuvvetli ve kırılğan formasyon düzenidir. Yalnızca demirin martenzitik formu bu yapıdadır.



Şekil 9. Hacim Merkezli Tetragonal Birim Hücresi



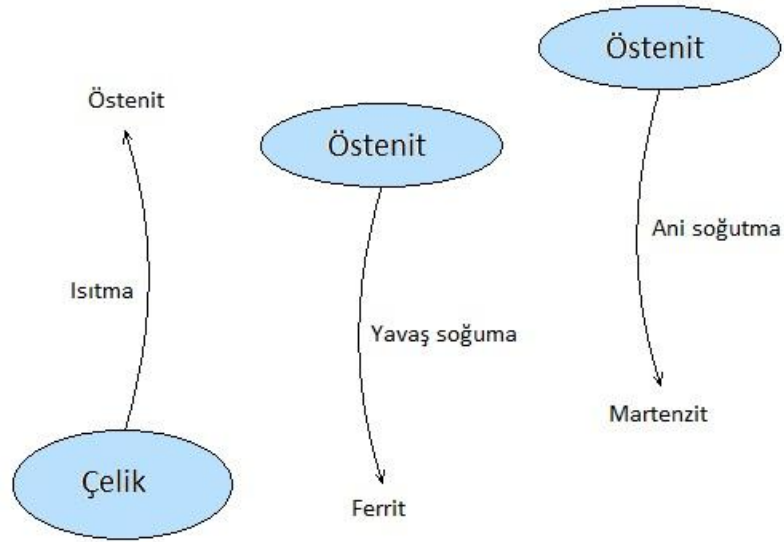
Şekil 10. Hacim Merkezli Tetragonal Birim Hücrelerinden Oluşan Uzak Örgüsü

Demir ısıtılma işlemlere maruz kaldıkça yapısındaki atomlar yeni geometrik dağılımlar oluştururlar. Pek çok metal sabit yapıya sahipken demir ve çelik farklıdır ve sıcaklık değişimine göre üç farklı uzak örgüsü formuna dönüşebilirler. Bunlar:

1) Ferritik form: Ferrit formunda metal kristallerinde gövde merkezli kübik yapı vardır. Ferrit formu ısıtılma işlem görmemiş demirin oda sıcaklığındaki halidir. Yani eriyik haldeki demir katılaştığında ferrit formundadır.

2) Östenitik form: Yüzey merkezli kübik yapıdadır. Östenit, ısıtılmış demirin aldığı halidir. Bir başka deyişle ferrit, yüksek sıcaklığa çıkarıldığında östenit'e dönüşür. Bu işlem sırasında kristal yapısında değişim olurken, atomlar da yeni bir dizilime geçerler. Östenit yavaşça soğumaya bırakıldığında tekrar ferrit formuna dönüşür.

3) Martenzitik form: Bu yapı, gövde merkezli tetragonal formudur. Martenzit, çelik ısıtılıp hızlıca soğutulduğunda oluşur. Yani östenit formun aniden soğutulmasıyla elde edilir. Isıl işlem sonrası ani soğutma metali sertleştirir. Bu bakımdan martenzit yapısı, diğerlerine göre en sert kristal formudur.



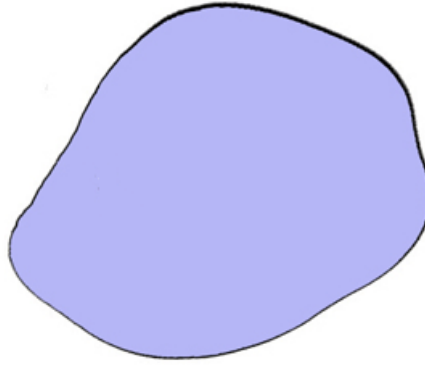
Şekil 11. Ferrit, Östenit ve Martenzit Dönüşümü

Ferrit	Östenit	Martenzit
Gövde merkezli kübik yapı	Yüzey merkezli kübik yapı	Gövde merkezli tetragonal yapı
Düşük sıcaklıkta oluşur	Yüksek sıcaklıkta oluşur	Düşük sıcaklıkta oluşur
Manyetik	Manyetik değil	Manyetik
Çoğu çelikten daha az sertlik	Temelde sert olmayan yapı	Çoğu çelikten daha yüksek sertlik
Çoğu çelikten daha az kuvvet	Temelde kuvvetli olmayan yapı	Çoğu çelikten daha yüksek kuvvet
Şekil verilebilir	(uygulama dışı)	Kırılgan
Çoğu çelikten daha az iç gerilim	(uygulama dışı)	Çoğu çelikten daha yüksek iç gerilim

Tablo 10. Ferrit, Östenit, Martenzit Kıyaslaması

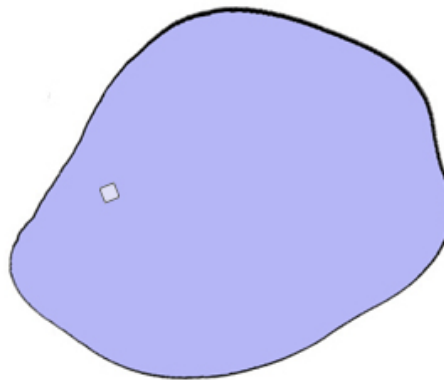
1.6.1. Tane Boyutunun Çelikte Etkisi

Tane boyutunun bir metalin kuvvet, sertlik, kırılgenlik ve Şekil verilebilirliğinde çok önemli etkileri vardır. Metalin içerisindeki tanecik boyu, ısıtılmış metalin soğutulma biçimine göre deĐiőir. Aşağıdaki şekillerde erimiş haldeki metalin katılaşma aőamaları temsil edilmiştir;

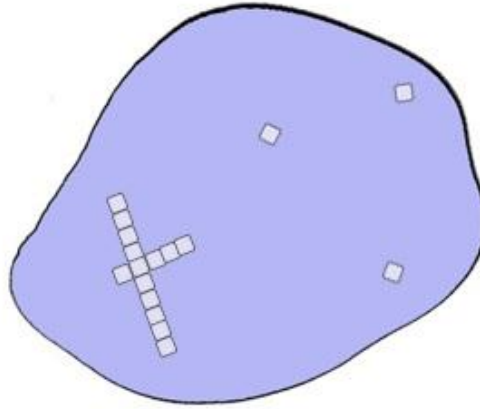


Şekil 12. Katılmaőmada 1. Adım

Şekil 12. 'de eriyik haldeki metal kütlesi görülebilmektedir. Bu aşamada metal erime sıcaklığının üzerinde ve tamamen sıvı durumdadır. Sıcaklık düőürülüp eriyik soğumaya baőladıĐıa ilk katılmaőma tek bir parça olarak gözlemlenir. (Şekil 13.) Bu katılmaőan ilk parça biraz yukarıda anlatılmıő olan birim hücresidir.

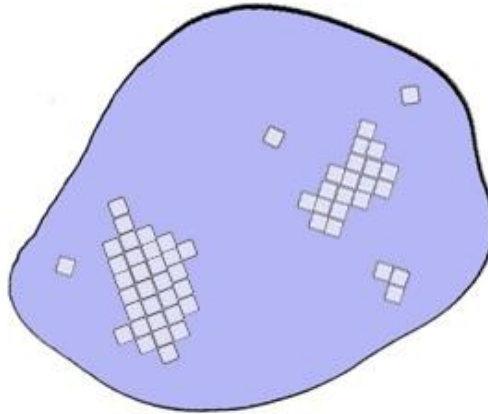


Şekil 13. Katılmaőmada İkinci Adım

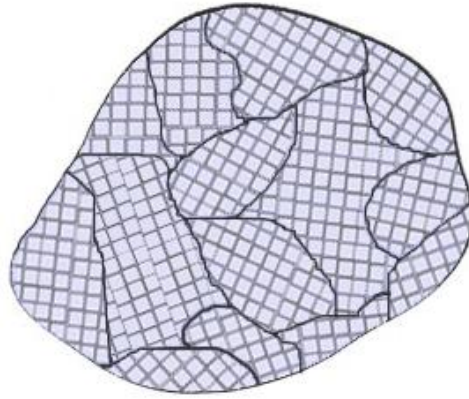


Şekil 14. Katılaşmada Üçüncü Adım

Üçüncü adımda (**Şekil 14.**) eriyik haldeki metalin sıcaklığı düştükçe daha fazla birim hücreleri katılaşmaya başlar. Bunlardan yan yana halde olanları birbirleriyle birleşirler. Metal soğudukça katılaşan birim hücrelerinin sayıları artmaya başlar ve ortaya çeşitli büyüklüklerdeki gruplar çıkmış olur. (**Şekil 15.**)

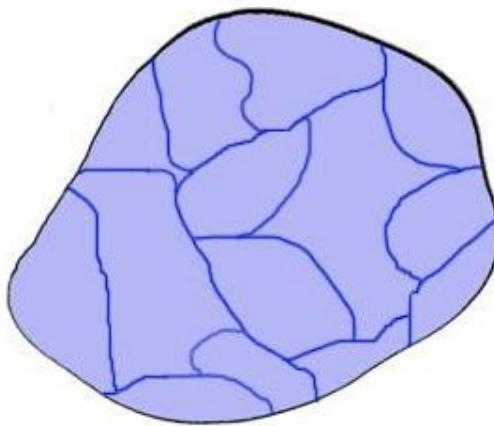


Şekil 15. Katılaşmada Dördüncü Adım



Şekil 16. Katılaşmada Beşinci Adım

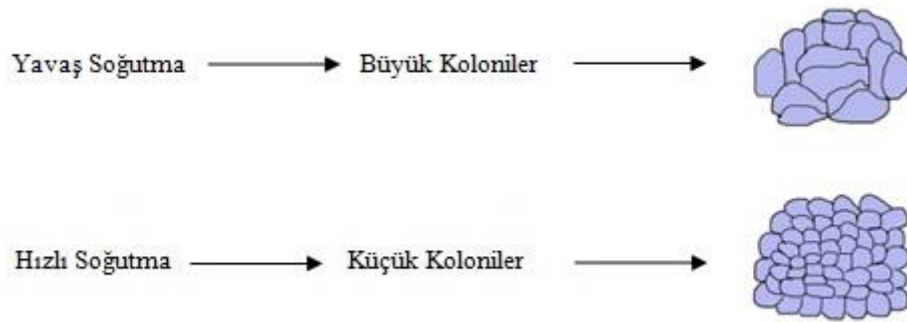
Bir sonraki aşamada (**Şekil 16.**) gruplar iyice büyüyerek diğer gruplarla temas ederler. Katılaşma hacimsel olarak tamamlanmaya yaklaştığında gruplar büyüyecekleri en büyük hale gelmiş olur ve diğer gruplarla birbirlerini sıkıştırarak sınır çizgileri oluştururlar. Metal tamamen katılaştığında gruplar içerisinde birim hücreleri tamamen kaynaşmış durumdadırlar. Metal yüzeyinde katılaşmış gruplar birbirleriyle sınır çizgileri ile ayrılmış olarak son hallerinde görülürler (**Şekil 17.**). Bu katılaşmış grupların her biri metalin içerisindeki tanecikleridir.



Şekil 17. Tamamen Katılaşmış Metal Kütlesi

Yukarıda metalin katılaşma hızının tanecik boyutuna etkisi olduğu belirtilmişti. Eğer erimiş haldeki metal yavaşça katılaşacak şekilde soğutulursa; katılaşma sırasında oluşan gruplara giderek daha fazla birim eklenecek ve gruplar daha fazla büyüyecektir. Katılaşma tamamlandığında metalde büyük hacimli ancak az sayıda grup bulunacaktır. Dolayısıyla bu çelik iri taneli bir çelik olacaktır.

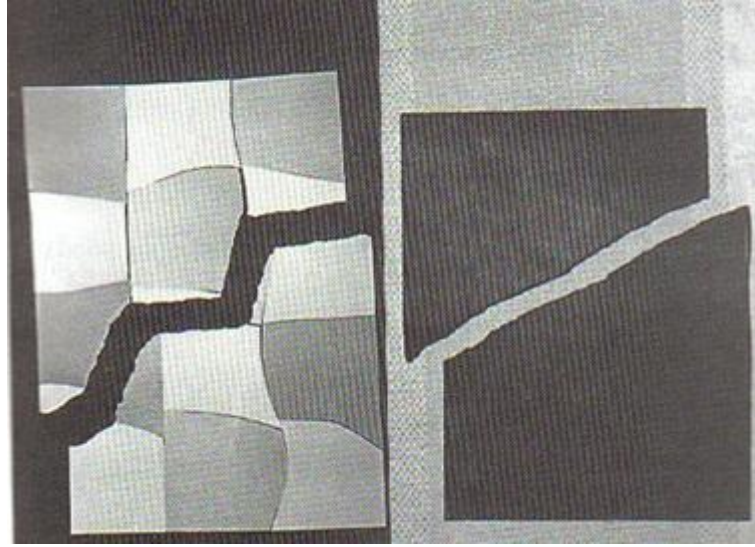
Ancak metal çok hızlı bir şekilde soğutulup katılaştırılırsa; birim hücrelerin katılaşmaları çok hızlı olacağından gruplar az sayıda hücreye sahip olacak ve dolayısıyla küçük olacaklardır. Katılaşma tamamlandığında metalde küçük hacimli ancak çok sayıda grup bulunacaktır. Bu da küçük taneli çelik anlamına gelmektedir. (Şekil 18.)



Şekil 18. Katılaşma Hızının Tane Boyuna Etkisi

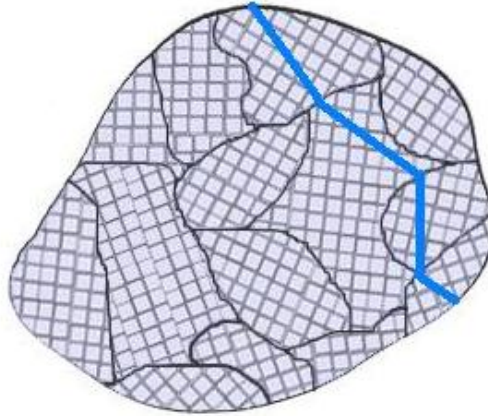
Bir kağıdı alıp ortadan yırtmaya çalışırsak, kağıt fazla direnç göstermeden kolayca yırtılacaktır. Ancak birbirine yapışmış birçok küçük parçalardan oluşmuş bir kağıdı yırtmaya çalışırsak kağıt direnç gösterecek ve yırtmak oldukça zor olacaktır. (Resim 1.)⁴⁴

⁴⁴ Daniel A. Brandt ve diğerleri, Metallurgy Fundamentals (Tinley Park, Ill. : Goodheart-Willcox) s.127.



Resim 1. Birçok parçadan yapıştırılarak oluşturulmuş kağıt, düz kağıda göre daha zor yırtılır.

Metallerde aynı şekilde direnç gösterirler. Büyük tanecik yapıları metaller kolay kırılır ve koparlar. Küçük tanecik yapıları metaller ise kırılmaya daha direnci yapıdadırlar. Küçük boyutlu tanecik yapısına sahip bir metalin iç yapısındaki bir çatlak zor ilerleyecektir. (Şekil 19.)



Şekil 19. Küçük Tanecikli Bir Metaldeki Çatlak Zor İlerleyecektir

Daha küçük tane daha fazla kuvvet demektir. Bu yüzden çelik üretiminde tanecik yapısı her zaman küçük tutulmaya çalışılır.⁴⁵

Bundan dolayı yüksek dayanıklılık gerektiren işlere özel olarak üretilen takım çelikleri gibi enstrüman yapımında kullanılan kesici el aletleri de genellikle çok küçük tane yapılı olarak yüksek kalitede üretilir. Bahsedilen çelikler küçük tane yapılarının getirdiği sağlamlıktan dolayı ahşap ya da diğer metal malzemeleri kolayca kesebilmeye özelliğindedirler. Aksi taktirde çalgı yapımı için zayıf yapılı ve dayanımı az çeliklerin seçilmesi ve kullanılması ahşap malzemeyi uzun süre verimli biçimde işlemeyi olanaksız kılacaktır.

Tabloda (**Tablo 11.**) ferrit ve martenzit'in tanecik yapısına göre bazı özellikleri görülebilmektedir.⁴⁶

Ferrit yapısından dolayı daha rahat şekillenebilmektedir. Dolayısıyla daha kolay şekillenebilir ve çatlamaya dirençlidir. Martenzit ise küçük tanecik yapısından dolayı daha sert ve kuvvetli yapıdadır. Bununla birlikte hızlı soğutmadan dolayı daha kırılgan ve çatlamaya müsaittir.

Ferrit ve Martenzit Karşılaştırması		
	Ferrit	Martenzit
Tane boyutu	Büyük	Küçük
Soğutma hızı	Yavaş	Ani
Kuvvet	Düşük	Yüksek
Sertlik	Düşük	Yüksek
Esneklik	Esnek	Kırılgan
Burulma ve çatlak riski	Az	Çok
İşlenebilirlik	İyi	Zor

Tablo 11. Oda Sıcaklığındaki Demirin Ferritik ve Martenzitik Durumlarının Karşılaştırılması

⁴⁵ Daniel A. Brandt ve diğerleri, Metallurgy Fundamentals (Tinley Park, Ill. : Goodheart-Willcox) s.127.

⁴⁶ Aynı, s.128.

1.6.2. Çelik Sertleştirme Ortamları

Tanecik boyutunda soğutma hızının çok önemli olduğu daha önce belirtilmişti. Çeliğe sertliğini vermek için yapılan soğutma işlemleri çok hızlı, yavaş ya da ortalama hızda olabilir. Bunu kullanılan soğutma ortamı belirler. Çeliğin soğutulması birkaç sıvı ortamında ya da havada yapılabilir. Her biri farklı avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Bunlara irdeleyecek olursak:

a) Suda soğutma

Su soğutma en sık kullanılan soğutma yöntemidir. Ucuzdur ve hızlı soğutma sağlar. Su soğutma, özellikle iyi bir sertlik ve kuvvete sahip olabilmek için hızla soğutulmaya ihtiyaç duyan düşük karbonlu çelikler için uygundur. Ani soğuma; burulma, çatlama iç gerilim gibi problemlere neden olabilir.

b) Tuzlu suda soğutma

Tuzlu suda soğutma, su soğutmaya göre biraz daha hızlı biçimde soğutma sağlar. Su soğutmadan farklı olarak içeriğindeki % 5 - 10 tuz oranından dolayı sudan biraz daha iyi soğutma özelliğindedir ve sıcaklığı daha düşük derecelere kadar soğutabilir.⁴⁷

c) Yağda soğutma

Su ve tuzlu suda soğutmaya göre daha yumuşak bir soğutmadır. Yumuşaktan kasıt soğutma işleminin aniden olmamasıdır. Bu yüzden ince parçalı levhalarda ya da kesici yüzeyli parçaların soğutulmasında kullanılır. Örnek olarak yaylar, jiletler, bıçak çelikleri genelde yağda soğutulur. Böylece daha yavaş soğutma sayesinde, soğutma sonrası çelikte ortaya çıkabilecek burulma, çatlak, iç gerilim gibi durumların önüne geçilmiş olur. Yağ soğutma daha yavaş soğutma sağladığı için su soğutma kadar sert ve sağlam çelik oluşturmaz.

⁴⁷ Daniel A. Brandt ve diğerleri, Metallurgy Fundamentals (Tinley Park, Ill. : Goodheart-Willcox) s.168.

d) Havada soğutma

En yumuşak soğutma türüdür. Soğutma çok yavaştır. Bunun hem avantajları hem de dezavantajları vardır. Yavaş soğumadan dolayı çelikte çatlak, burulma, iç yapıda gerilim durumları görülmezken, metalde özel bir alaşım kullanılmadığı sürece diğer soğutma yöntemlerindeki gibi yüksek sertlikte ve kuvvette çelik oluşturulamaz. Hava soğutma bundan dolayı genellikle yüksek alaşım oranına sahip çeliklerin soğutulmasında kullanılır.

Molibden ve krom gibi özel alaşım elemanları yavaş soğumayla daha da sertleştikleri için bunları içeren çeliklerde özellikle hava soğutma kullanılır. Yani yüksek alaşımlı çelik ve hava soğutma; sağlamlık, sertlik ve kuvvet açısından çok iyi bir kombinasyondur. Bu bakımdan molibden içeren havada soğutulmuş yüksek hız çeliklerinin; yüksek sertlik ve sağlamlıklarından dolayı enstrüman yapımı kesici el aletleri olarak kullanılmalarının çok verimli olacağını söylemek yanlış olmaz.

Soğutma Ortamları		
Su ve Tuzlu Su Soğutma	Yağ Soğutma	Hava Soğutma
En hızlı soğutma	Daha yavaş soğutma	En yumuşak soğutma
En yüksek sertlik ve sağlamlık	Daha az sertlik ve sağlamlık	En düşük sertlik ve sağlamlık
Yüksek çatlak ve burulma riski	Daha az çatlak ve burulma riski	En az çatlak ve burulma riski

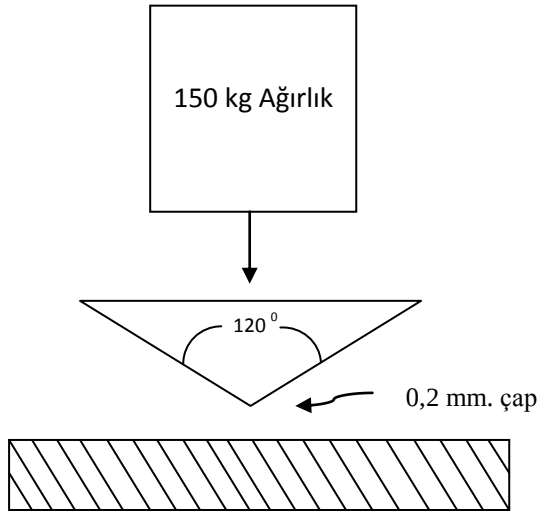
Tablo 12. Soğutma Ortamlarının Karşılaştırılması⁴⁸

Buradan anlaşılabileceği üzere temel olarak; yumuşak ve düşük alaşımlı çeliklerin sertleştirilmesinde su soğutma, yüksek alaşımlı ve sağlam çeliklerin sertleştirilmesinde hava ya da yağ soğutma kullanılır. Bu sayede sertlik ve sağlamlık dengelenmiş olur. Aksi takdirde zaten sert ve yüksek alaşımlı bir çeliği su gibi sert bir soğutma ortamında soğutmak, ortaya son derece kırılgan bir çelik çıkaracaktır.

⁴⁸ Daniel A. Brandt ve diğerleri, Metallurgy Fundamentals (Tinley Park, Ill. : Goodheart-Willcox) s.171.

1.7. Rockwell C Sertlik Testi

Endüstride çeliğin sertlik kontrolü için Brinell, Rockwell, Vickers gibi sertlik testleri bulunmaktadır. Konuya evrensel yaylı çalgılar yapımı perspektifinden baktığımızda bizi en çok ilgilendiren Rockwell C testi' dir. Bunun sebebi; tüm dünyada Rockwell C sertlik testinin; ağırlığı 50 pound (22,68 kg)'u geçmeyen, 1/32" (0,8 mm.) ya da daha kalın parçaların derinlemesine sertlik testi için standart bir test olmasıdır. Enstrüman yapımında kullanılan kesici el aletlerinde kullanılan çelikler bu tiptedir.⁴⁹



Şekil 20. Rockwell C Sertlik Testi

Delici ucu 0,2 mm. olan 120° açılı konik elmas parça 150 kg. ağırlık ile test parçasına bastırılır. Çukur derinliğine göre ölçüm yapılır. Ölçüm çoğunlukla 30-70 Hrc değerleri arasında olur. Bundan daha yumuşak çelikler için Rockwell B testi uygulanır. Sertleştirilmiş çelikler 62-67 Hrc'dir. Daha yüksek sertliklerde bu ölçüm kesin değerler vermemektedir. Kesici el aletleri genellikle 55 Hrc sertliğinden başlamaktadır. 60 Hrc ve üzerisi gereçler ağaç işlerinde kullanıma uygun dayanıklı gereçlerdir.

⁴⁹ George E. Roberts ve diğerleri, Tool Steels (fourth edition. Metals Park, Ohio, American Society for Metals, 1980), s.58.

Sertlik deneyinde 1 Hrc' lik fark 0,02 mm.'lik bir farka tekabül eder. Bu deney yapılırken büyük bir hassasiyet gerekir ve bundan dolayı test yüzeylerine 280 mesh' lik taşlama (zımparalama işlemi) gerektirir. Ayrıca test parçasının diğer yüzeyi de düz ve paralel olmalıdır.⁵⁰

Çelikteki Önemli Yapısal Özellikler					
Mekanik Özellikler	Gerilim/Burulma Özellikleri	Kimyasal Özellikler	Elektriksel Özellikler	Termal Özellikler	Diğer Özellikler
• Sertlik • Kuvvet • Kırılmalılık • Şekil alabilirlik • Gerilme direnci • Sıkışma direnci • Doğranabilirlik • Dayanıklılık • Darbe Direnci	• Eğilebilme • Uzayabilme • Elastikiyet • Burulma • Plastiklik • Yoğrulabilirlik • Dövülebilirlik	• Korozyon direnci • Asit direnci • Baz direnci • Diğer kimyasallara karşı direnç	• Elektriksel geçirgenlik • Elektriksel direnç • Mıknatıslanma	• Erime • Sıcaklığı • Isıl Kapasite	• Ağırlık • Yoğunluk • Aşınma • Kaynaklanabilme • İşlenebilme

Tablo 13. Çelikteki Bazı Önemli Özellikler⁵¹

2. BİLEME TAŞLARI

Çalgı yapım sanatında ve diğer ağaç işlerinde, çalışmanın sonucunda ortaya çıkan ürünün kalitesi doğrudan kullanılan materyaller ve gereçler ile alakalıdır. Kullanılan ağaç malzemeler, araç-gereçler ve tecrübe ayrılmaz bir bütündür. Her türlü gerece sahip ancak gerekli tecrübeden yoksun yapımcının istenilen kalitede enstrümanı üretmesi olanaksızken, aynı şekilde doğru gereçlere sahip olmayan yapımcının da yaptığı çalışmada ustalığını göstermesi zor olacaktır.

⁵⁰ Karl Erik Thelning, Çelik ve Isıl İşlemi. Çeviren: Adnan Tekin (İstanbul: Hakan Ofset, 1984). s.45.

⁵¹ Daniel A. Brandt ve diğerleri, Metallurgy Fundamentals (Tinley Park, Ill. : Goodheart-Willcox). s.48.

Mesh: Mesh; aşındırıcı endüstrisinde, tanecikli yapılardaki parçacık boyutunun ölçütüdür. Mesh numarası 1 inch' lik düz alana sığacak tanecik sayısını gösterir. 280 mesh yaklaşık olarak 300 kum'a eşdeğerdir.

Buna göre her yapımcının profesyonel meslek yaşamı boyunca işçilik kalitesi ve ağaç malzeme seçiminde gösterdiği özeni araç-gereç seçiminde de göstermesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın içeriğindeki konular üzerinde doğrudan etkileri olduğundan bileme taşları hakkında okuyucuya yeterli düzeyde teknik bilgi verilmeye çalışılmıştır.

Tezin üzerinde çalışıldığı alan olan yaylı çalgılar yapımı; tamamı el işçiliğine dayanan ve çoğunlukla küçük kesici el aletlerinin kullanımını gerektiren bir sanat dalıdır. El aletleri her ne kadar ahşap malzeme üzerinde çalışmaya yeterli olacak sağlamlıkta ve özel alışımına sahip olsalar da, düzenli periyotlar içerisinde bilenmeleri bir zorunluluktur. Keskinliğini kaybetmiş bir alet; ağaç malzemeye zarar verip, yüzey kalitesini ciddi biçimde düşürebileceği gibi, kullanıcısı için de bir tehlike oluşturacaktır. Körelmiş bir alet; ağaç malzemeyi kesebilmek için daha fazla itme gücüne ihtiyaç duyacak ve stabilitesini kaybedecektir. Yapılacak fazladan baskı, zaten kör olan aletin kesici yüzeyinin uygulama yüzeyinden hızlıca kayıp kullanıcısını tehlikeli biçimde kesme riskini ortaya çıkarabilir. Keskin bir alet ise ağaç malzemeyi fazla itme gücüne ihtiyaç duymadan kolay ve temiz bir şekilde kesecektir.

Çok keskin bir alet, körelmiş bir aletten her zaman daha güvenlidir. Bundan ötürü kullanılan her türlü gerecin uygulanacak yere uygun olarak hazırlanıp, bilenmesi gerekmektedir. Bir örnek olarak; Japonya’da, genç marangozlar ağaç üzerinde çalışmaya başlamadan önce, eğitim amaçlı olarak bileme konusunda yıllarca çalışmaktadırlar.⁵²

Bileme işlerinde kullanılabilecek pek çok yardımcı aparat, aşındırıcı taşlar, taş motorları vardır. Bileme işi elde serbest olarak ya da aparatlar yardımıyla bileme taşlarında yapılabileceği gibi taş motorlarında da hızlı bir biçimde yapılabilmektedir.

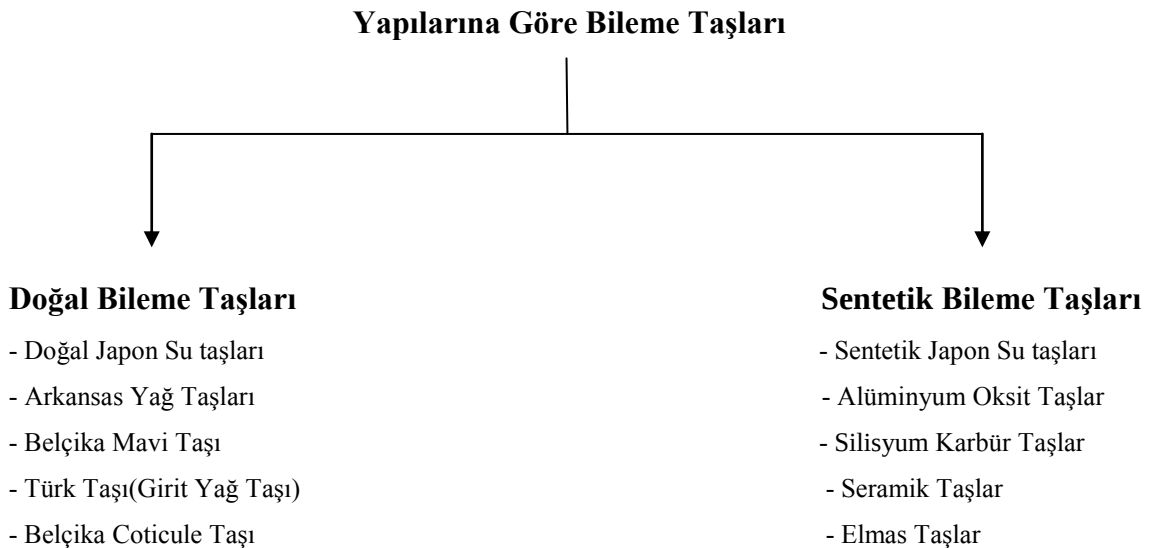
⁵² The Art of Woodworking Vol 16, Sharpening and Tool Care (Montreal, New York, 1994), s.13.

Ancak en son teknoloji bazı taş motorları dışında kesici yüzeyin pürüzlerinden arındırılıp, parlatılması işleminin yine elde yapılması gerekmektedir.

Seçim yapılabilecek bu kadar çeşitliliğe rağmen her bileme gerecinin amacı aynıdır; metal malzemeyi aşındırıp, olabildiğince ince, düzgün ve pürüzsüz bir kesici yüzey meydana getirmek. Bu sayede ağaç malzemenin minimum eforla temiz biçimde kesilebilmesi mümkün kılınmış olunur.

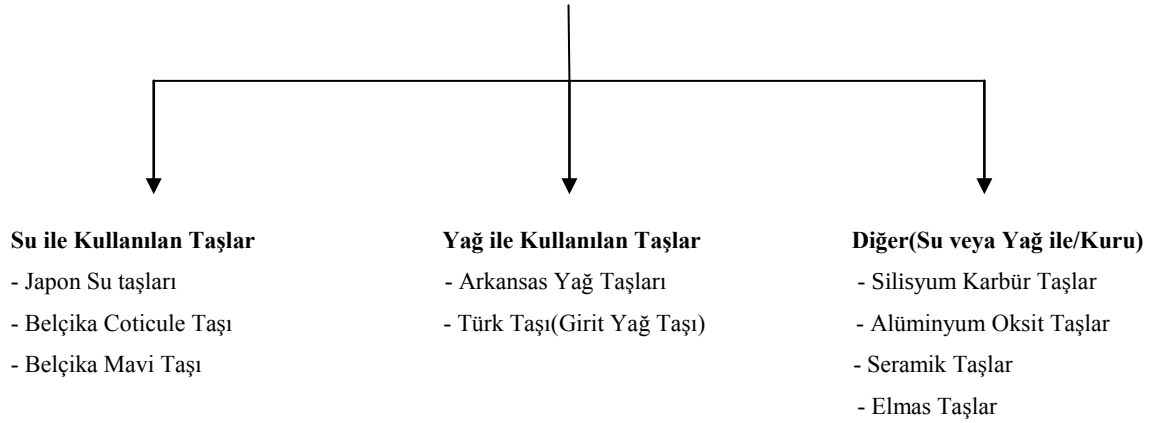
Bileme taşları her yapımcının atölyesinde bulunan önemli gereçlerdir. Ne çeşit olursa olsun yapıları ve mantıkları aynıdır; yapılarında bulunan aşındırıcı parçacıklar ile metal malzemeyi aşındırıp inceltmek. Bileme taşları yapılarına göre doğal ve sentetik taşlar olarak ikiye ayrılırlar (**Tablo 14.**). Kullanım alanlarına göre ise yağ ve su taşları ve diğer olarak üçe ayrılırlar (**Tablo 15.**).

Her iki grupta da hem yumuşak yapıda hem sert yapıda taşlar bulunmaktadır. Yoğunluğu düşük taşlar gevşek yani dağılmaya müsait yapıda olduklarından, daha çabuk aşınır ve aynı zamanda da daha çabuk keserler. Yoğunluğu yüksek ve daha sıkı yapılı taşlar ise, daha yavaş aşınır ve daha yavaş keserler.



Tablo 14. Yapılarına Göre Bileme Taşları

Kullanım Alanlarına Göre Bileme Taşlarının Sınıflandırılması



Tablo 15. Kullanım Alanlarına Göre Bileme Taşları

Asya ülkelerinde su taşları geleneksel bileme gereçleri iken, yağ taşları tarihte uzun dönemler boyunca Avrupa ülkeleri arasında yaygın olarak kullanılmıştır.⁵³

Her taşın belirli bir aşındırma hızı vardır. Üreticiler taşların aşındırma kabiliyetini **grit** yani kum derecesinden bildirirler. Endüstri’de üç temel standart vardır:

- Japonya için **JIS** (Japanese Industrial Standard)
- Amerika için **ANSI** (American National Standard Institute)
- Avrupa için **FEPA** (Federation of European Producers of Abrasives) ‘dır.⁵⁴

Bunların verdikleri değerler birbiriyle farklılık göstermektedir. (**Tablo 16.**)⁵⁵

⁵³ John English, Woodworker’s Guide to Sharpening (East Petersburg, PA: Fox Chapel Publishing), s.15.

⁵⁴ Everett Ellenwood, The Complete Book of Woodcarving: Everything You Need to Know to Master the Craft. (East Petersburg, PA: Fox Chapel Publishing, 2008), s.94.

⁵⁵ Conversion Chart Abrasives – Grit Size, (<http://www.fine-tools.com/G10019.htm>), Erişim Tarihi (12.09.2009)

Mikron: Mikron; milimetrenin 1000’ de 1’ idir. Birimi μ ile ifade edilir.

Tabloda farklı standartların, aşındırıcı kum derecelerinin birbirleriyle eşleri ve bunların yaklaşık mikron ölçüleri gösterilmiştir.

FEPA P Zımpara	Mikron μm	FEPA F Taş	Mikron μm	JIS	Mikron μm	ANSI	Mikron μm
P60	269	F60	260	J60			
P80	201						
		F80	185				
P100	162						
P120	125	F100	129	J100	125	100	125
		F120	109				
P150	100						
P180	82	F150	82	J150	80	150	80
P240	58,5 $\pm$ 2			J320	57		
P320	46,2 $\pm$ 1,5			J360	48		
P400	35 $\pm$ 1,5	F280	36,5 $\pm$ 1,5				
P500	30,2 $\pm$ 1,5	F320	29,2 $\pm$ 1,5	J600	29	360	28
P600	25,8 $\pm$ 1						
P800	21,8 $\pm$ 1	F360	22,8 $\pm$ 1,5	J700	24	400	22,5
P1000	18,3 $\pm$ 1			J800	20		
		F400	17,3 $\pm$ 1	J1000	16	500	18
P1200	15,3 $\pm$ 1					600	14
P1500	12,6 $\pm$ 1	F500	12,8 $\pm$ 1	J1200	13		
P2000	10,3 $\pm$ 0,8					800	12
		F600	9,3 $\pm$ 1	J1500	10		
P2500	8,4 $\pm$ 0,5			J2000	8	1000	7,8
		F800	6,5 $\pm$ 1				
		F1000	4,5 $\pm$ 0,8	J3000	5	1200	5,5
		F1200	3 $\pm$ 0,5	J4000	3		
		F1500	2 $\pm$ 0,4	J6000	2		
		F2000	1,2 $\pm$ 0,3	J8000	1,2		

Tablo 16. Aşındırıcılar Çevrim Tablosu

Tabloda özellikle yüksek kum ölçeklendirmelerindeki önemli farklar göze çarpmaktadır. Örnek olarak Avrupa standartlarında 2500 kumluk bir zımpara kağıdının Japonya standartlarına göre yaklaşık eşdeğeri 2000 kumdur. Bunların mikron ölçülerine bakıldığında da 2000 kumluk Japon ölçüsünün, 2500 kumluk Avrupa ölçüsünden daha küçük mikron ölçüsünde olduğu görülmektedir. Buna 2000 kumluk Japon aşındırıcı, 2500 kumluk Avrupa aşındırıcıdan biraz daha ince bir aşındırma yapacaktır.

2.1. Doğal Bileme Taşları

Doğal taşlar doğrudan madenlerden çıkarılıp, uygun şekle göre kesilip üzerinde başka bir işlem yapılmadan piyasaya sunulan taşlardır. Taş yatakları sınırlı olduğundan ve yüksek kalitede taşların az miktarda çıkmasından dolayı doğal taşlar sentetik taşlara oranla daha yüksek fiyatlı olurlar.

Başlıca doğal bileme taşları; Amerikan Arkansas taşları, Belçika Mavi ve Coticule taşları, Türk yağ taşları (Girit taşı) ve Japon Su taşları olarak beş tiptir. Doğal taşlar herhangi bir işlem görmeden madenden çıktıkları yapıda hazırlandıklarından homojen yapıya sahip değildirler.

Taşın belirli bir yüzeyi daha yumuşak ya da gözenekli bir yapıda iken bir başka tarafı daha sert ve küçük gözenekli yapıda olabilir. Bu bileme kalitesini etkileyen ve istenmeyen bir durumdur.

Doğal taşlarda kalite arttıkça homojenlik de artar. Buna göre de fiyatlandırılmaları yapılır.

2.1.1. Belçika Coticule Taşı

Bu taşlar doğal bileme taşları arasında en ünlü olanlardandır (**Resim 2.**).

Belçika'nın sadece Ardennes bölgesindeki ocaklarda bulunduklarından “*Belçika Sarı Taşı*” olarak da bilinirler. Coticule taşı bölgede 1625'ten beri çıkarılmaktadır.⁵⁶

Bu bölge volkan külleri ve kilin tortullaşmaları ile oluşmuş 500 milyon yıllık kayalardır. Kayaların içinde Coticule taşı ince tabakalar şeklinde oluşmuştur.

⁵⁶ Belgian Whetstones: Unique in the world,

(<http://uk.ardennes-coticule.com/index.asp?id=384>), Erişim Tarihi (27.05.2009)



Resim 2. Çeşitli Biçimlerde Kesilmiş Coticule Taşları

Bu taşlar çok ince kumlu ve hızlı aşındıran taşlardır. Böyle olmalarını sağlayan içlerinde % 30-42 oranında granat kristali bulundurmalarıdır. Granat; silikat grubundan bir mineral olup elmas ve korindon'dan sonraki en sert mineraldir. **(Tablo 17.)**⁵⁷

Taşa kendine has soluk sarı rengini de veren granat kristalleri 5 - 20 mikron çapında ve köşeli yuvarlak yapısı ile futbol topunu andırırlar. **(Resim 3. ve 4.)**



Resim 3. Granat Kristalleri

⁵⁷ American Federation of Mineralogical Societies, Mohs Scale of Mineral Hardness, (http://www.amfed.org/t_mohs.htm), Erişim Tarihi (20.11.2009)



Resim 4. Granat Kristalleri

Mohs Sertlik Tablosu		Kullanım Alanları ve İlgili Bağları
1	Talk	Talk pudrası
2	Alçıtaşı	Deniz suyunun yerkabuğunda buharlaştığı yerlerde oluşur.
3	Kalsit	Kireçtaşı ve pek çok deniz kabuğu Kalsit içerir.
4	Flüorit	Flor içerisindeki Flüorit diş çürümelerini engeller.
5	Apatit	
6	Ortoz	
7	Kuvars	
8	Topaz, Granat	
9	Korindon	Safir ve Yakut, Korindon'un varyeteleridir. Korindon Topaz'ın iki katı sertliktedir.
10	Elmas	Kesici gereçler ve mücevheratlarda kullanılır. Korindonun dört katı sertliktedir.

Tablo 17. Mohs Sertlik Tablosu

Bazı diğer maddelerin Mohs sertlik dereceleri⁵⁸;

2,5	Tırnak
2,5 - 3	Altın, Gümüş
3	Bakır para
4 - 4,5	Platinyum
4 - 5	Demir
5,5	Bıçak Çeliği
6 - 7	Cam
7+	Sertleştirilmiş Ege Çeliği

⁵⁸ American Federation of Mineralogical Societies, Mohs Scale of Mineral Hardness, (http://www.amfed.org/t_mohs.htm), Erişim Tarihi (20.11.2009)

Bileme esnasında, taştaki kil açığa çıkar ve suyla karışır, oluşan pastadaki granat kristalleri metal yüzey üzerinde yuvarlanarak yüzeyi aşındırırlar. Metali sadece 1-3 mikron kadar aşındırdıklarından, coticule taşları çok keskin kesici yüzeyler elde edilebilmesini sağlar. Coticule taşları yaklaşık olarak 6000 - 8000 kumdur. Taşın yapısı gözenekli değildir, kuru muhafaza edilir, bilemeye başlanmadan önce taşın üstüne çok az su damlatılarak kullanılır.

Çıkarılan taşlar standart ve özel kalite olarak ikiye ayrılır. Bunların yapıları tamamen aynı olup aradaki farklar biçimsel ve görsel farklılıklardır. Bileme kaliteleri arasında fark yoktur. Taşlar kırılmalarını önlemek için bulundukları kayaçlar ile beraber kesilir ya da bir başka taş ile yapıştırılırlar.

Belçika Coticule Taşı	
Avantaj	Dezavantaj
• Çok iyi bileme ve parlatma özelliği • Hızlı aşındırma • Kolay bakım • Tıkanmayan ve kendini yenileyen yüzey	• Sadece yüksek kum ölçülerinde bulunma • Genellikle küçük ve düzensiz şekillerde bulunabilme • Düşük bulunabilirlik

Tablo 18. Belçika Coticule Taşı Avantaj ve Dezavantajları

2.1.2. Belçika Mavi Bileme Taşı

Bu taş yine Belçika'dan çıkan ve Coticule' ye yakın bileme özellikleri gösteren bir doğal taştır. 1996 - 1997 yılında Ardennes maden yönetimi ve Liege Üniversitesi işbirliği ile sarı Coticule taşının jeolojik katmanları arasında yapılan araştırmada keşfedilmiştir. Coticule ile yapısal temelde benzerlikler taşıması ve bol miktarda bulunmasından dolayı yaygın olarak kullanılmaya başlandı.

Biraz daha sert ve kaba yüzeyli olan Belçika mavi bileme taşı yaklaşık 4000 kumdur. Taşta % 20 - 30 oranı arasında granat kristalleri bulunmaktadır.

Bu sebeple bileme hızı coticule' ye oranla daha düşüktür. Yapısındaki demir oksitten dolayı gri-mavi bir renge sahiptir (**Resim 5.**).

Bu taş, sarı taşa göre dayanıklılığı daha fazladır. Coticule' ye göre daha büyük parçalarda bulunabilmesinden dolayı tezgah taşı olarak kullanımı fazladır. Coticule gibi su ile kullanılır.



Resim 5. Belçika Mavi Bileme Taşı

Belçika Mavi Bileme Taşı	
Avantaj	Dezavantaj
• İyi bileme ve parlatma özelliği • Hızlı aşındırma • Kolay bakım • Tıkanmayan ve kendini yenileyen yüzey	• Sadece yüksek kum ölçülerinde bulunma • Genellikle küçük ve düzensiz şekillerde bulunabilme • Aşındırma hızı coticule'den kötü • Düşük bulunabilirlik

Tablo 19. Belçika Mavi Bileme Taşı Avantaj ve Dezavantajları

2.1.3. Doğal Japon Su Taşları

Doğal Japon su taşları Japonya'nın geleneksel bileme taşlarıdır. Ancak kaynakların tükenme noktasına gelmelerinden dolayı kaliteli doğal Japon su taşları bulmak giderek zor hale gelmiştir. Yapılarındaki kil karışımı içerisinde bulunan ince silikat parçacıkları taşlara aşındırma özelliğini verir. Japonya'nın en kaliteli su taşları Kyoto'nun kuzeyindeki Narutaki bölgesindeki madenlerden çıkarılır.⁵⁹

Bu madenlerden 1200 yıldır taş üretimi yapılmaktadır.



Resim 6. Doğal Japon Su Taşı

Doğal Japon su taşları artık kaynakların azalmasından dolayı yerlerini sentetik su taşlarına bırakmaya başlamışlardır. Bu taşlar; oldukça yumuşak yapıda olup, hızlı aşındırma özelliğine sahiptirler. Yumuşak yapılarından dolayı düzenli olarak yüzeylerinin düzleştirilmesi gereklidir. Doğal Japon su taşlarının herhangi standart bir kum dereceleri yoktur. Yapıları tamamen homojen değildir. **(Resim 7.)**

⁵⁹ John English, Woodworker's Guide to Sharpening (East Petersburg, PA: Fox Chapel Publishing), s.22.

Silikat: Yeryüzünün % 92'sini oluşturan mineral grubu.



Resim 7. Nakayama Madeninden Çıkarılmış Bir Doğal Japon Su Taşı⁶⁰

Geleneksel olarak kaba, orta ve ince kumlu olarak 3 grupta toplanırlar. Kaba taşlar düzeltme ve açma verme taşları, orta taşlar bileme taşları, ince taşlar da kılacağı (bkz. tanımlar) alma ve parlatma taşları olarak kullanılır. Düşük kumlu kaba taşlar kullanılmadan önce en az 15 dakika suda bekletilmeye ihtiyaç duyarlar. Yüksek kumlu ince taşlarda ise buna gerek yoktur. Kullanmadan önce su ile taş yüzeyini nemlendirmek yeterli olacaktır.

Sentetik su taşlarında da olduğu gibi su kullanmadan bilemeye çalışmak ya da yağ kullanımı; taşların yüzeyindeki gözlerin çok kısa sürede metal partikülleriyle dolmasına neden olup taşı işlevsiz hale getirecektir.

⁶⁰ Japanese natural waterstones,
(http://www.artplast.ro/japanese_waterstones_css.html), Erişim Tarihi (23.12.2009)

Kılacağı alma: Kılacağı alma işlemi, bilenme aşamasında metal gerecin kesici ucunun çok incelmesinden dolayı meydana gelen deforme olmuş metalin çok ince bir taşla ortadan kaldırılmasıdır. Kılacağı alınmayan gereçlerde kılacağı ilk birkaç kesimde kesici yüzeyden kopacak ve alet hemen körelecektir.

Yinelenen su kullanımında ise; metalin aşındırmasıyla gevşeyip yüzeyden kopan aşındırıcı parçacıklar sayesinde, taşın yüzeyinde alttan ortaya çıkan taze aşındırıcı taneler taşın her zaman ilk performansını göstermesini sağlayacaktır.

Doğal Japon Su taşları	
Avantaj	Dezavantaj
• Çok İyi bileme ve parlatma özelliği • Hızlı aşındırma • Kolay bakım • Geniş taş seçeneği • Tıkanmayan ve kendini yenileyen yüzey	• Genellikle tam homojen olmayan ve düzensiz şekillerde bulunabilme • Aşındırma hızı sentetik su taşlarından kötü • Düşük bulunabilirlik

Tablo 20. Doğal Japon Taşlarının Avantaj ve Dezavantajları

2.1.4. Arkansas Yağ Taşları

Arkansas yağ taşları Amerika'nın geleneksel bileme taşlarıdır. Adlarını çıkardıkları yer olan Arkansas eyaletinden almışlardır. Bu taşlar sadece Arkansas'ın sıcak sular bölgesindeki Quachita dağlarındaki madenlerden çıkartılırlar.

Arkansas yağ taşları çakmak taşına benzer yapıya sahip olup sertleştirilmiş ege çeliğinden biraz daha serttirler.⁶¹

Arkansas yağ taşları novaculite yapıdadırlar. Bir mineral olmayan novaculite; sileks mineralinin yeniden şekillenmesiyle oluşan bir kuvars çeşididir. Novaculite adını Latince "bileme taşı" anlamına gelen *novacula*' dan almıştır.⁶²

⁶¹ Everett Ellenwood, The Complete Book of Woodcarving: Everything You Need to Know to Master the Craft. (East Petersburg, PA: Fox Chapel Publishing, 2008), s.96 - 97.

⁶² Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Industrial Minerals & Rocks: Commodities, Markets and Uses. (Seventh edition, Littleton, Colorado: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 2006), s.839.

Arkansas yağ taşları mineral yapılarına göre pas rengi, siyah, mavi-siyah, kömür grisi, beyaz, çok renkli, gri, kahverengi ya da yarı saydam renkte olabilirler.

(Resim 8.-9.-10.)

Bu taşların doğal taşlar olmalarından dolayı standart bir aşındırma dereceleri yoktur. Kum dereceleri Amerikan standartlarına göre 600-1200 kum ölçüsündedir. Avrupa standartlarına göre yaklaşık 1000-3000 kum'a denk gelen bu değerler Arkansas yağ taşlarını iyi birer son parlatma ve kilağı alma taşı yapar.⁶³



Resim 8. Doğal Arkansas Yağ Taşı



Resim 9. Yarı Saydam Arkansas Yağ Taşı

⁶³ Everett Ellenwood, The Complete Book of Woodcarving: Everything You Need to Know to Master the Craft. (East Petersburg, PA: Fox Chapel Publishing, 2008), s.97.



Resim 10. Çok Renkli Arkansas Yağ Taşı

Arkansas yağ taşları bu verilen değerlerden daha düşük ya da yüksek kum derecelerinde olabilirler. Yüksek kumlu yoğun yapıdaki taşlar hem su hem de yağ ile kullanılabilirken, düşük kumlu ve daha gözenekli yapıdaki taşlar; bileme işlemi sırasında gözeneklerinin tıkanmaması için orta yoğunlukta bir yağla kullanıma uygundur.

Arkansas Yağ Taşları	
Avantaj	Dezavantaj
• İyi bileme ve parlatma özelliği • Kolay bakım • Uzun süre aşınmadan düz kalabilme	• Çok yavaş aşındırma • Sadece yüksek kum ölçülerinde bulunma • Düşük bulunabilirlik

Tablo 21. Arkansas Yağ Taşlarının Avantaj ve Dezavantajları

2.1.5. Türk Yağ Taşı

Artık çok az sayıda bulunabilen ve dolayısıyla fazla bilinmeyen bu taşlar Girit adasından çıkarılmaktadır. Girit yağ taşı olarak da bilinen bu taşın Türk yağ taşı olarak bilinmesinin sebebi; Girit adasının, Osmanlı İmparatorluğu döneminde Türklerin himayesinde olmasıdır.

Türk yağ taşları yapı olarak Arkansas yağ taşlarına benzerler ve yüksek oranda silika kristalleri içerirler. Renk olarak beyaz, gri ve siyah renklerde bulunabilirler.



Resim 11. Türk Yağ Taşı

1800'lü yıllara dayanan kaynaklarda Türk taşı için;

“Türkiye’den ithal edilen, yüksek kalitede, siyah ve beyaz renklerde olup, siyah renkleri daha sert yapıda olan, aşındırıcılığı düşük, iyi son parlatma ve kilağı alma taşlarıdır”

tanımlamaları yapılmıştır.⁶⁴⁻⁶⁵⁻⁶⁶

⁶⁴ Andrew Ure, Ure’s Dictionary of Arts, Manufactures and Mines. Vol 2. (Sixth edition, London: Longmans, Green and CO., 1867), s.593.

⁶⁵ Isaac Smith Homans, A Cyclopedia of Commerce and Commercial Navigation. (Second Edition, New York: Harper and Brothers, Publishers, 1859), s.988.

⁶⁶ Paul Nooncre Hasluck, The Handyman’s Book. (Second Edition, Berkeley, CA: Ten Speed Press, 2001), s122.

Türk taşları düzensiz yapılarda olup, sabit kum derecesine sahip değildirler. Üzerlerinde yapılmış herhangi bir bilimsel çalışma yoktur, ancak bu tezde yapılan çalışmalarda Türk yağ taşlarının, benzer yapıda oldukları Arkansas yağ taşlarına göre biraz daha hızlı aşındırma yaptıkları görülmüştür.

Türk Yağ Taşı	
Avantaj	Dezavantaj
• İyi bileme özelliği • Uzun süre aşınmadan düz kalabilme	• Yavaş aşındırma • Sadece yüksek kum ölçülerinde bulunma • Genellikle tam homojen olmayan ve düzensiz şekillerde bulunabilme • Çok düşük bulunabilirlik

Tablo 22. Türk Yağ Taşının Avantaj ve Dezavantajları

2.2. Sentetik Bileme Taşları

Sentetik taşlar alüminyum oksit taşlar (korundum), silisyum karbür taşlar (karborundum), seramik taşlar, elmas taşlar ve su taşları olarak beş gruba ayrılır. Bunlar alüminyum oksit, karpit, metal oksit, nitrit parçacıklarından bir ya da birden fazlasının genelde seramik ya da sentetik reçine gibi bir bağlayıcı ile kalıplanması sonucu elde edilen taşlardır. Yapılarındaki her yer aynı kum derecesine sahiptir.

Sentetik taşlar daha düşük üretim maliyetleri, bol bulunabilirlikleri ve homojen yapıda olmaları nedeniyle günümüzde doğal bileme taşlarına göre kullanımlarında avantaj sağlamışlardır. Genellikle bir yüzeyi ince kum, diğer yüzeyi kalın kum olarak kombinasyon taşı şekilde üretilirler.

2.2.1. Alüminyum Oksit Taşlar

Bu taşlar yapılarında korundum; yani diğer adıyla alüminyum oksit mineralini barındırırlar. Renk olarak gri, pembe ve turuncu renklerde olabilirler. Alüminyum oksit taşlar, silisyum karbür taşlardan daha ince taneli yapıda yağ taşlarıdır.

Amerikan standartlarına göre 400 kum olan bu taşlar genellikle kesici gereçlerin kesici yüzeylerinin kaba bilenmeleri (ön bileme) işleminde kullanılırlar.⁶⁷



Resim 12. Çift Yüzeyli Alüminyum Oksit Bileme Taşı

Düşük kum derecelerinden dolayı istenilen son keskinliği sağlayamazlar, bu nedenle alüminyum oksit taş ile bilen gereçlerin sonraki adım olarak daha ince taneli, daha yüksek kumlu başka taşlarda son bilenmeleri ve parlatmalarının yapılması gereklidir.

Alüminyum Oksit Taşlar	
Avantaj	Dezavantaj
• Hızlı aşındırma özelliği • Uzun süre aşınmadan düz kalabilme • Yüksek bulunabilirlik	• Ortalama bileme performansı • Düzenli bakım ihtiyacı • Sadece düşük kum ölçülerinde bulunma

Tablo 23. Alüminyum Oksit Bileme Taşlarının Avantaj ve Dezavantajları

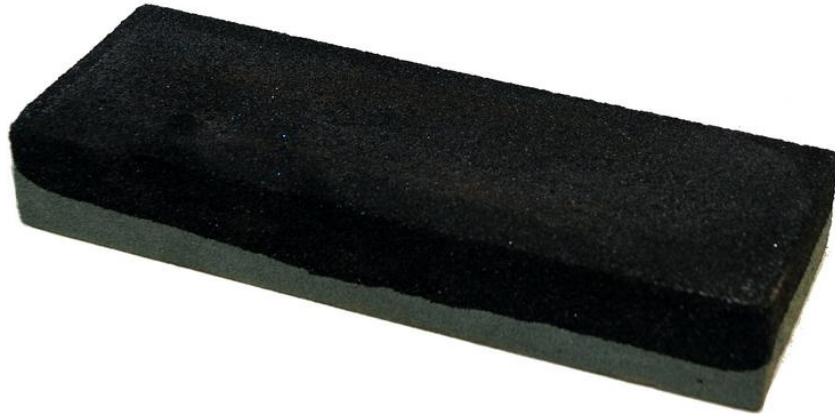
⁶⁷ Richard Bütz, How to Carve Wood. (Newtown, USA: Taunton Press, 1984), s.26.

2.2.2. Silisyum Karbür Taşlar

Karbonla, silisyum'un birleşimi olan karborundum malzemesi olan bu taşlar, alüminyum oksit taşlardan sonraki ikinci sentetik yağ taşlarıdır.

Silisyum karbür taşların üretimi; 1890'ların sonunda *Carborundum Company* firmasını kuran Edward Acheson tarafından bulunmuştur.⁶⁸

Silisyum karbür taşlar gri, yeşil-gri ve siyah renklerde olabilirler. **(Resim 13.)** Bu taşlar alüminyum oksit taşlara göre düşük kum'da ve hızlı aşındırma özelliğine sahip taşlardır. Kesici gereçlerin kesici yüzeylerinin yeniden açlandırılmasında, kaba şekillendirilmelerinde, kesiciliğini tamamen kaybetmiş çentiklenmiş kesici yüzeyleri düzeltmede kullanılırlar. Bileme değil, şekillendirme taşlarıdır. Kum dereceleri üreticilere göre değişmekle beraber genellikle 100-200 kum arasındır.⁶⁹



Resim 13. Çift Yüzeyle Silisyum Karbür Bileme Taşı

Alüminyum oksit taşlara göre daha sert ve daha aşındırıcı özellikte olan silisyum karbür taşlar; geniş gözenekli yapılarından dolayı tıkanmaya daha müsait yapıdadırlar.

⁶⁸ John English, *Woodworker's Guide to Sharpening* (East Petersburg, PA: Fox Chapel Publishing), s.32.

⁶⁹ Richard Bütz, *How to Carve Wood*. (Newtown, USA: Taunton Press, 1984), s.26.

Ayrıca kesici özelliklerini alüminyum oksit taşlara göre daha kısa sürede kaybettiklerinden birkaç yılda bir değiştirilmeye ihtiyaç duyabilirler.⁷⁰

Silisyum Karbür Taşlar	
Avantaj	Dezavantaj
• Çok hızlı aşındırma özelliği • Uzun süre aşınmadan düz kalabilme • Yüksek Bulunabilirlik	• Düzenli bakım ihtiyacı • Sadece çok düşük kum ölçülerinde bulunma • Zamanla kesme özelliğini kaybetme • Çabuk tıkanma

Tablo 24. Silisyum Karbür Bileme Taşlarının Avantaj ve Dezavantajları

2.2.3. Sentetik Japon Su Taşları

Doğal Japon Su Taşlarının giderek azalması sonucu çıkan arayışlarda, ortaya silis kristallerinin reçine ve kil bazlı bağlayıcılarla kalıplanmasıyla elde edilen Sentetik su taşları çıkmıştır.

Sentetik Japon su taşları diğer tüm taşlara göre bazı önemli avantajlara sahiptirler. Gevşek ve yumuşak yapılı olduklarından aşındırma özellikleri çok iyidir. Yapıları hacimsel olarak tamamen homojen olduğundan aşındırma özellikleri tüm taş boyunca aynı karakterdedir.

Japon su taşlarında kullanılan bağlayıcıların, diğer sentetik taşlardaki bağlayıcılara göre daha zayıf yapıda olması, bileme esnasında yüzeydeki kesici parçacıkların yuvalarından kolayca çıkmalarını sağlar. Bu sayede metal, taşa sürüldükçe yüzeydeki parçacıklar kopup, alttaki taze parçacıklar ortaya çıkarak taşın hep yeni alındığı zamanki aşındırma performansını vermesini sağlar. Ayrıca yüzeyden kopan parçacıklar sürtünmeyle beraber daha küçük tanelere dönüşerek taşın yüzeyinde daha ince bir parlatici kil oluştururlar.

⁷⁰ Aynı, s.26.

Bu özellik sadece doğal ve sentetik Japon su taşlarında görülebilen bir durumdur. Bunun aksine diğer sentetik ve doğal taşlar daha sıkı ve bağlı yapıda olduklarından yüzeyleri bileme esnasında çok fazla yenilenmez ve taşlarda zaman içerisinde performans kaybı oluşur.

Japon su taşlarının yumuşak ve gevşek yapıları, çabuk deforme olmalarını beraberlerinde bir dezavantaj olarak getirir. Diğer sentetik ve doğal yağ taşlarının aksine kolayca aşınır ve yüzeylerinin düzeltilmesine ihtiyaç duyarlar. Bu işlem taşlar kolayca aşındığı için kolaydır.

Sentetik Japon su taşları pek çok farklı marka adı altında 80 kum'dan, 15000 kum'a kadar geniş bir aralıkta üretilirler. Bunlar da diğer doğal su taşlarıyla aynı şekilde belirli kullanılmadan önce belirli bir süre su içerisinde bekletilmeye ihtiyaç duyarlar. Yağ ile kullanımlarında yüzeyleri tıkanır.



Resim 14. Çeşitli Kum Derecelerinde Sentetik Japon Bileme Taşları

Sentetik su taşları çok çeşitli özelliklerde bulunabilmeleri, ekonomik olmaları, çok iyi bileme özelliklerine sahip olmaları ve bakımlarının kolaylığından dolayı en çok kullanılan bileme gereçlerindendir.

Sentetik Japon Su Taşları	
Avantaj	Dezavantaj
• Çok hızlı aşındırma özelliği • Çok iyi bileme ve parlatma özelliği • Kolay bakım • Geniş taş seçeneği • Keskinliğini ömür boyu muhafaza etme özelliği • Tıkanmayan ve kendini yenileyen yüzey • Yüksek Bulunabilirlik	• Düzenli bakım ihtiyacı • Kolayca deforme olma • Kullanmadan önce suda bekletme zorunluluğu

Tablo 25. Sentetik Japon Su Taşlarının Avantaj ve Dezavantajları

2.2.4. Seramik Taşlar

Seramik taşlar en yeni bileme gereçlerindendir. Çeşitli üretim metotları vardır. Alüminyum oksit ya da silisyum karbür kristallerinin seramik bağlayıcılarla kalıplanmasıyla elde edilirler. Bir başka metotta ise sertleştirilmiş seramik tozu reçine bazlı bağlayıcıyla pişirilir ve taş elde edilir.

Seramik taşlar yüksek sertliğe sahip ve gözenekleri çok küçük taşlardır. İçerdikleri elmastan sonraki en sert kristallerden olan silis kristalleri sayesinde çok sert karbürü çelikleri dahi kolayca bileyebilirler. Sıkı yapılarından dolayı fazla tıkanmaz ve sıvıları absorbe ederler. Bundan dolayı herhangi bir sıvı ile kullanılmalarına gerek yoktur.



Resim 15. Çift Yüzeyle Seramik Bileme Taşı

Seramik taşlar çok sık dokulu ve homojen taşlar olduklarından, Japon su taşlarından sonra metale en iyi parlatma yapan taşlardır. Seramik taşlar 220 kumdan 30000 kuma kadar seçeneklerde üretilirler.

Yoğun yapıları ve kuvvetli bağları nedeniyle uzun süre düz kalabilen seramik taşlarının önemli dezavantajları; yüzeylerindeki aşındırıcı taneciklerin kullanımla aşınarak köşelerinin yuvarlanması ve taşın aşındırma performansının düşmesidir. Tanecikler birbirlerine kuvvetli bir bağla bağlı olduklarından yüzeyden kolayca kalkmayacaklar ve böylelikle taş giderek daha az metal aşındırır hale gelecektir. Bu durum elmas bir taşı, seramik taşa sürüp yüzeyi yenileyerek ortadan kaldırılabilir. Aksi takdirde bileme işlemi giderek yavaşlayıp, verimsizleşecek, dolayısıyla zaman ve iş kaybı olacaktır.

Seramik Taşlar	
Avantaj	Dezavantaj
• İyi bileme özelliği • Çok iyi parlatma özelliği • Uzun süre aşınmadan düz kalabilme • Kolay bakım • Tıkanmayan yüzey • Kuru kullanılabilme • Yüksek Bulunabilirlik	• Düzenli bakım ihtiyacı • Genellikle yüksek kum ölçülerinde bulunma • Yavaş Aşındırma • Kırılgan Yapı

Tablo 26. Seramik Taşların Avantaj ve Dezavantajları

2.2.5. Elmas Taşlar

Bir diğer yeni teknoloji ürünü olan elmas taşlar bulunan en sert ve stabil bileme taşlarıdır. Bunlar öğütülüp istenilen mikron boyuna indirgenen elmas taneciklerinin, üst yüzeyi nikel kaplı çelik bir standın, nikel yüzeyine gömülmeleriyle elde edilirler.



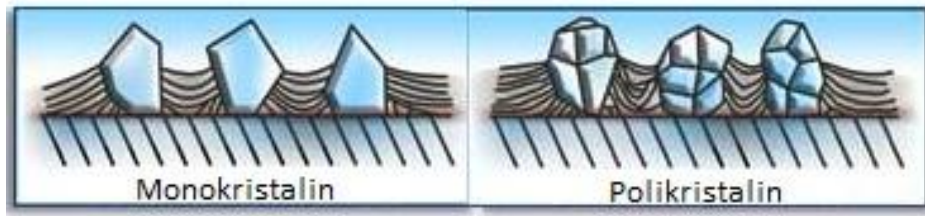
Resim 16. Çeşitli Mikron Derecelerinde Elmas Bileme Taşları

Bilinen en sert mineral olan elmas, her türlü sertleştirilmiş, karbürlü, yüksek hızlı ve diğer yüksek alaşımlı sert çelikleri bileyebilir. Bunun dışında diğer her türlü bileme taşının yüzeyinin düzlenmesinde kullanılabilir.

Elmas taşlar monokristalin ve polikristalin olarak iki tipte üretilirler:

a) Monokristalin tipteki bileme taşları, tek parça halindeki kuvvetli elmas parçacıklardan oluşurlar.

b) Polikristalin tipteki bileme taşları, birden fazla ve birbiriyle birleşik elmas taneciklerinden oluşurlar.



Resim 17. Mono ve polikristalin elmaslar

Polikristalin tipteki bileme taşlarındaki tanecikler kolayca dağılıp, aşınmaya karşı zayıf yapıda olduklarından fazla tercih edilmeyen tiptir. Monokristalin yapıdaki taşlar uzun süre aşındırma performanslarını devam ettirebilirler. Bu nedenle elmas taş seçilirken monokristalin yapıda olan taşların seçilmesine özen gösterilmelidir.⁷¹

Elmas taşlar genellikle çelik ya da sertleştirilmiş plastik stant ile beraber geldiklerinden her zaman düz kalırlar ve herhangi bir deformasyona uğramazlar. Genellikle çok kaba, kaba, ince, çok ince olarak 4 farklı kum seçeneğiyle gelirler. Aşındırma dereceleri kum olarak değil mikron olarak belirtilir. En ince elmas taşlar yaklaşık 9 mikron tanecik boyu ile Avrupa standartlarına göre 2000 kuma denk gelmektedir.⁷²

⁷¹ Leonard Lee, Complete Guide to Sharpening. (Newtown, CT: Taunton Press, 1995), s.49.

⁷² John English, Woodworker's Guide to Sharpening (East Petersburg, PA: Fox Chapel Publishing), s.38.

Elmas taşlar kuru ve sulu olarak kullanılabilirler. Genel olarak en ince yapıdaki elmas taşları bileme için yeterli olsalar da final parlatma ve kilağı alma için yeterli incelikte değildirler. Bu bakımdan elmas taşlar hızlı şekil verme ve bileme taşları olarak daha uygundurlar.

Elmas Taşlar	
Avantaj	Dezavantaj
• Çok iyi aşındırma özelliği • Çok hızlı aşındırma özelliği • Ömür boyu düz kalma ve deforme olmama özelliği • Bakım gerektirmeyen yapı • Tıkanmayan yüzey • Kırılmayan yapı • Kuru kullanılabilme • Yüksek bulunabilirlik	• Ortalama bileme performansı

Tablo 27. Elmas Taşların Avantaj ve Dezavantajlar

Bileme Taşları Karşılaştırma Tablosu							
Taş	Aşındırıcılık	Bileme	Parlatma	Sağlamlık	Bakım ihtiyacı	Yüzeysel Tıkanma	Kullanım
Belçika Coticule	Hızlı	Çok iyi	Çok iyi	Ortalama	Düşük	Düşük	Su
Belçika Mavi	Hızlı	İyi	İyi	Ortalama	Düşük	Düşük	Su
Doğal Japon	Hızlı	Çok iyi	Çok iyi	Yumuşak	Düşük	Düşük	Su
Arkansas	Çok yavaş	İyi	İyi	Çok sert	Düşük	Ortalama	Yağ, su
Türk (Girit)	Çok yavaş	İyi	Ortalama	Çok sert	Düşük	Ortalama	Yağ, su
Alüminyum oksit	Hızlı	Ortalama	Kötü	Sert	Ortalama	Ortalama	Yağ, su
Silisyum Karbür	Çok hızlı	Kötü	Çok kötü	Çok sert	Ortalama	Yüksek	Yağ, su
Sentetik Japon	Çok hızlı	Çok iyi	Çok iyi	Çok yumuşak	Ortalama	Düşük	Su
Seramik	Yavaş	Çok iyi	Çok iyi	Çok sert	Ortalama	Düşük	Kuru
Elmas	Çok hızlı	Ortalama	Ortalama	Çok sert	Yok	Düşük	Kuru, su

Tablo 28. Bileme Taşları Genel Karşılaştırması

2.3. Bileme İşleminde Su ve Yağ Kullanımı

Genel olarak bileme taşları tek tip sıvı malzeme ile kullanıma uygundur ancak, bazı sentetik taşlar ve yağ taşları gerek su, gerek yağ ile kullanılabilirler. Elmas taşlar suyla, kuru ya da sabunlu su ile kullanılabilirler. Seramik taşlar özellikle kuru kullanıma yöneliktir.

Temelde bütün taşlar kuru kullanılabilse de, bu durum metal artıklarının taşın gözeneklerine dolup, taşın aşındırma işlevini azaltmasına neden olduğundan tavsiye edilmemektedir.

Yine taşlar kuru olarak doğrudan metal yüzeye temas ettiklerinde bilenen yüzey daha derinden aşınacak ve bu da kesici yüzeydeki son pürüzsüzlüğün düşük olmasını sağlayacaktır. Bununla ilgili olarak; yaylı çalgı yapımcılarının enstrümanlarına sürdükleri cila katlarını zımparalarken, zımparayı su ya da yağ ile kullanarak aşındırma işlemini yumuşatmaları ve bunun sonucunda daha pürüzsüz ve temiz bir yüzey elde etmeleri örnek gösterilebilir.

Bileme esnasında kullanılan su, yağ ya da diğer kayganlaştırıcı sıvıların şu işlevleri vardır:

- a) Bileme sırasında metal ile taş arasında kaygan bir yüzey oluşturarak, bileme işlemini kolaylaştırmak.
- b) Bileme sırasında metal ile taş arasında sıvı bir katman oluşturarak, aşınan metalden çıkan parçacıkların taşın gözeneklerine girmesini yavaşlatmak/engellemek.
- c) Bileme sırasında aşınıp, yerlerinden çıkmaya başlayan taşın parçacıkları ile karışarak, taşın normal yüzeyinden daha ince bir nevi parlaticı pasta oluşturarak bilenen yüzeyi parlatmak.⁷³⁻⁷⁴

Pasta: Bileme esnasında, taşın yüzeyinden kopan aşınmış aşındırıcı parçaların, su ile karışarak oluşturdukları çamurumsu tortu.

d) Oluşturdukları katman ile bilenen metal yüzeyin fazla hızlı aşınmasını engellemek.

Taşın aşındırıcı dişlerinin üzerine gelecek su ya da yağ; arada bir film tabakası oluşturup aşındırma hızını düşürür. Dolayısıyla; hangi seçenek kullanılırsa kullanılsın, taşlar üzerinde kullanılan sıvının bileme işlemini yavaşlatıcı/yumuşatıcı bir etkisi vardır.

Kullanılan sıvının yoğunluğu arttıkça, taşın yüzeyi ile metal yüzeyi arasında oluşan film katmanı kalınlaşıp, kuvvetleneceğinden aşındırma hızı düşer.

Sıvının yoğunluğu azaldıkça aradaki katman ince ve düşük etkili olacağından aşındırma hızı artar. Taş kuru olarak kullanılırsa bilenen metal, doğrudan taşın aşındırıcı dişlerine maruz kalacağından en hızlı aşındırma hızı bu şekilde sağlanmış olur. Dolayısıyla en hızlı bileme sırasıyla kuru, sulu ve yağlı kullanımla olur.

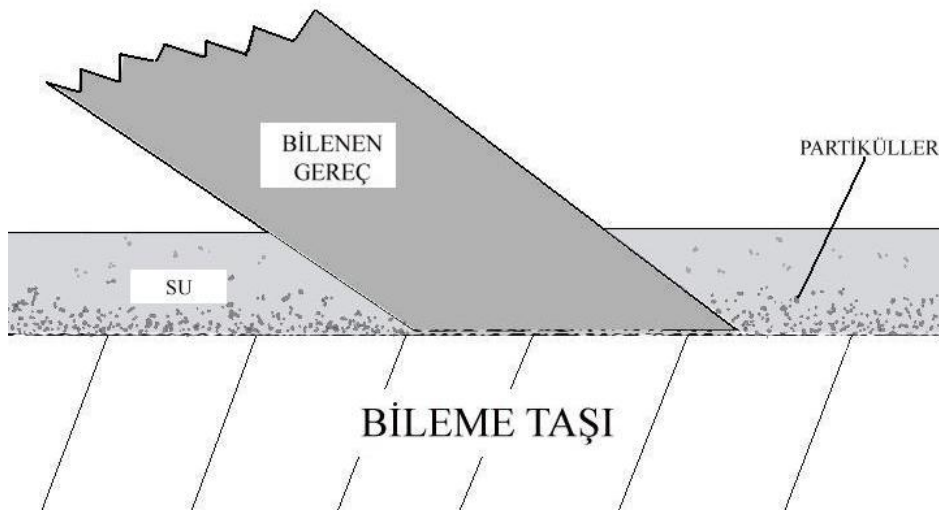
En hızlı bileme işleminin sağlanması her zaman en iyi sonuç anlamına gelmemektedir. Duruma diğer taraftan bakıldığında farklı bir tablo ortaya çıkar; bileme esnasında; aşınan metalden çıkan metal parçacıklarının taşın gözeneklerini ne hızda dolduracağı doğrudan bileme işleminde kullanılan sıvıya bağlıdır.

Viskozite'si düşük olan su kullanımında; metal parçacıklar suyun içerisinden kolayca geçerek gözenekleri doldururlarken, yağ kullanımında; yağın daha yüksek viskozitesinden dolayı metal parçacıkları yağın içerisinde gezinip, daha yavaş dibe çökerler ve dolayısıyla taşın gözeneklerini daha az tıkarlar. (**Şekil 21. ve 22.**) Gözenekleri tıkanmış bir taş, aşındırma işlevini çok yavaş yapacağından ya da hiç yerine getiremeyeceğinden dolayı yüzey temizliğine ihtiyaç duyacaktır.

⁷³ Bu durum daha çok su taşlarında görülen özel bir durumdur. Diğer sıkı yapılı taşların aksine su taşları daha gevşek ve çözülmeye uygun bir yapıda olduklarından aşındırıcı dişleri bağlarından kolayca koparak suyla karışıp pasta oluştururlar. Diğer taşlar genellikle çok daha sıkı dokulu ve/veya kuvvetli bağlı olduklarından yüzeyde pasta oluşturmazlar.

⁷⁴ John English, Woodworker's Guide to Sharpening (East Petersburg, PA: Fox Chapel Publishing), s.22.

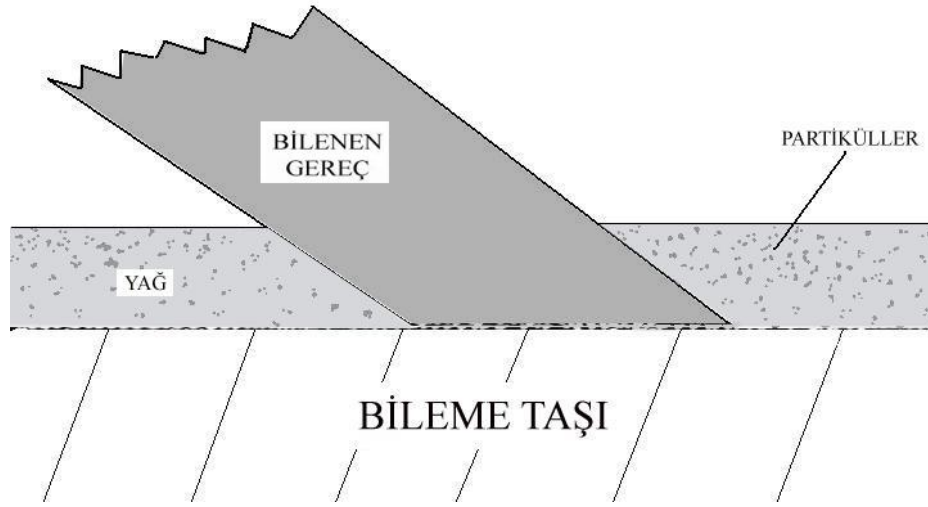
Taşların hangi sıvıyla kullanılacakları yapılarına göre belirlenmiştir. Bir değerlendirme yapılırsa; su taşları gevşek yapılı ve yumuşak olduklarından su ile kullanıldıklarında kolayca pasta oluştururlar. Yağ kullanımı yağın taşıdaki geniş gözeneklere girip taşı tıkamasına neden olur. Gevşek yapılı dişleri bileme aşamasında kolayca yerlerinden sökülür ve taşın yüzeyi devamlı alttan çıkan taze aşındırıcı dişlerle yenilenmiş olur. Bundan dolayı su ile kullanımda tıkanmazlar. Ayrıca sentetik su taşlarında kullanılan yapıştırıcı reçineler yağda çözüldüklerinden bu taşların yağla kullanılmaması gerekmektedir.



Şekil 21. Su ile Bileme İşlemi

Şekilde görülebileceği gibi su ile bileme aşamasında ortaya çıkan parçacıklar suyun dibine çökerek taş yüzeyinde birikmektedirler.

Bu durum gevşek yapılı ve çözünmeye uygun taşlarda bir problem teşkil etmezken, yağ taşları gibi sıkı ve sağlam dokulu taşların aşındırıcı yüzeylerinde tıkanmaya neden olmaktadır.



Şekil 22. Yağ ile Bileme İşlemi

Şekil 22.' de bileme sırasında ortaya çıkan partiküllerin suyun aksine daha yüksek viskoziteye sahip olan yağın içerisinde nasıl asılı kaldıkları görülebilmektedir. Partiküllerin yüzeye daha yavaş çökmesi hem taşın tıkanmasını önlerken hem de yüzeyi temizlemeden daha uzun süre bileme işlemi yapılabilmesine olanak sağlar.

Yağ taşları, su taşlarına göre daha yoğun ve çok daha sıkı yapıdadırlar. Su taşlarının aksine bileme esnasında fazla aşınmayıp, yüzeyleri kolayca yenilenmediğinden tıkanmaya çok müsaittirler. Bu nedenden ötürü su yerine yağ kullanmak taşların kolayca tıkanmasını engeller. Ancak yağ ile kullanımda dahi zamanla gözenekler tıkanacaktır. Bunu yavaşlatmak için her kullanım öncesi bir miktar yağ ile taş yüzeyini ovuşturarak partiküllerin yüzeye çıkmasını sağladıktan sonra bunları bir parça bez ya da kağıt havlu ile silmek faydalı olacaktır. Bu işlem özellikle düşük kumlu, büyük gözenekli yağ taşlarında bir zorunluluktur. Yüzeyin tamamen tıkanmış durumda tiner ya da petrol bazlı bir sıvı ile taşı temizlemek mümkündür.

Yağ taşlarının yoğunlukları arttıkça gözenekleri de küçülür ve sıklıkları artar. Çok yüksek kumlu yapıdaki bu taşlarda viskozitesi çok düşük bir yağ kullanmak gereklidir. Aksi takdirde kalın ve yoğun yağ tabakası, zaten küçük yapıda olan aşındırıcı dişlerin metal yüzeyle temaslarını iyice azaltacak ve bileme hızı çok düşecektir.

Daha kalın yapılı yağ taşları ise kolayca tıklandıklarından bunlarla su kullanılmamalı, yüksek viskoziteli yağ kullanılmalıdır. Özetle düşük kumlu yağ taşlarında yüksek yoğunlukta yüksek viskoziteli yağ, yüksek kumlu yağ taşlarında düşük yoğunlukta düşük viskoziteli yağ kullanılmalıdır.

Elmas taşlar birbirine sıkıca bağlı elmas parçacıklarından oluştuklarından, hemen hemen hiç aşınmaz ve tıkanmazlar. Aşındırma işlemini çok hızlı biçimde yaptıklarından bileme işlerinde maksimum kayganlığı sağlamak için sabunlu su kullanımı yaygındır.

Seramik taşlar çok sık yapıda ve yüksek yoğunluklu olduklarından tıkanma problemleri yoktur ve kolayca temizlenebilirler. Dolayısıyla en iyi performansı almak için seramik taşları kuru kullanmak gereklidir.

3. YAYLI ÇALGILAR YAPIMINDA KULLANILAN KESİCİ EL ALETLERİ

Bu çalışmada analiz edilen kesici el aletleri 3 ana grupta toplanmıştır. Bunlar:

- a) Rendeler
- b) Iskarpelalar
- c) Bıçaklar

Yukarıdaki ana gruplar kendi içlerinde ayrıca gruplandırılmıştır.

3.1. Rendeler

Rendelerin, diğ er adıyla planyaların etkili olarak ilk kullanımları Mısırlılar tarafından olmuş, daha sonra Romalılar tarafından geliştirilmiş ve İngilizler tarafından yeniden keşfedilmiştir. Bug un seri üretim olarak üretilen rendeler 1. Dünya savaşı dönemlerinde Amerika ve İngiltere’de üretilen rendelerle büyük benzerlik taşımaktadırlar.⁷⁵

Bir rendede kesme işleminin kesici çeliğinin ucunun ağıaca kama şeklinde, kayan bir hareketle ve genellikle ayarlanabilen bir derinlikte saplanmasıyla tamamlanır.⁷⁶



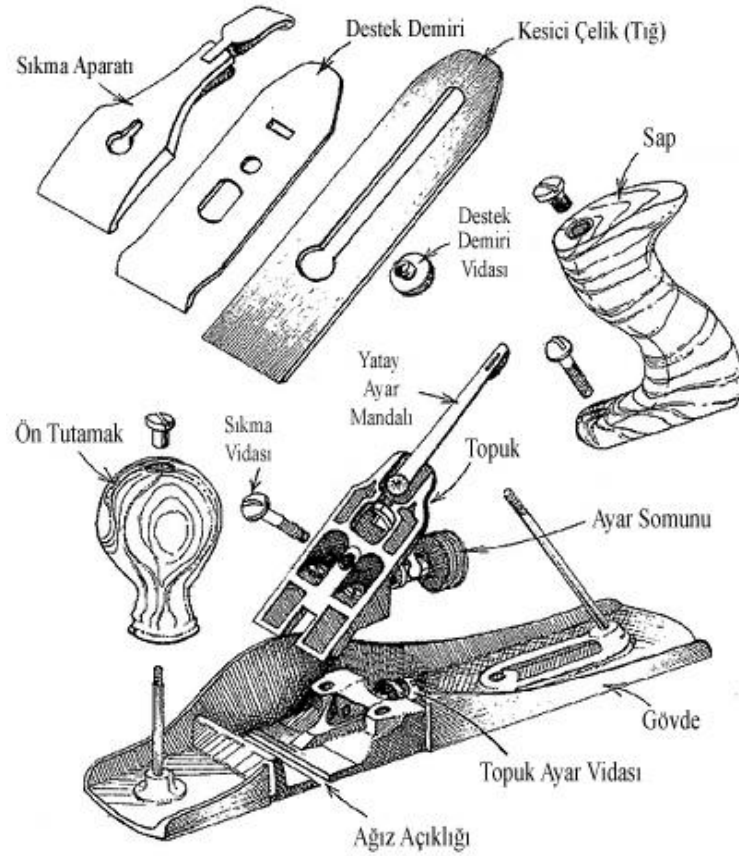
Resim 18. Farklı Boylarda Rendeler

⁷⁵ Jack C Rich, Sculpture in Wood (New York: Oxford University Press), s.74.

⁷⁶ James J. Hammond, Ağıaçışları Teknolojisi. Çeviren: Eyüp Yaşar ve diğ erleri (Ankara : MEB Mesleki ve Teknik  ğretim Müsteşarlığı). s.129.

Bir rende ancak keskin bir çeliğe (tığ) sahip olduğu zaman iş görecektir. Çeliğin keskinliği her zaman yüksek olmalıdır. Bu durumun önemi özellikle sert ağaçlarda ortaya çıkacaktır. Yoğun figürlü ve sert ağaçlarda yeterli keskinlikte olmayan bir rende; kesim yapabilmek için çok fazla itme gücüne ihtiyaç duyacak ve kesim temiz olmayacaktır. Eski zamanlarda zanaatkarlar her zaman tezgahlarında yarım düzine kadar önceden bilenmiş keskin rende çeliğini hazır tutar ve kullandıkları rendenin çeliği keskinliğini kaybettiği an bunlarla değiştirirlerdi.⁷⁷

Bu durum artık gelişen çelik teknoloji sayesinde yüksek dayanıklılığa sahip alaşımlı kesici bıçakların üretilebilmesiyle sona ermiştir.

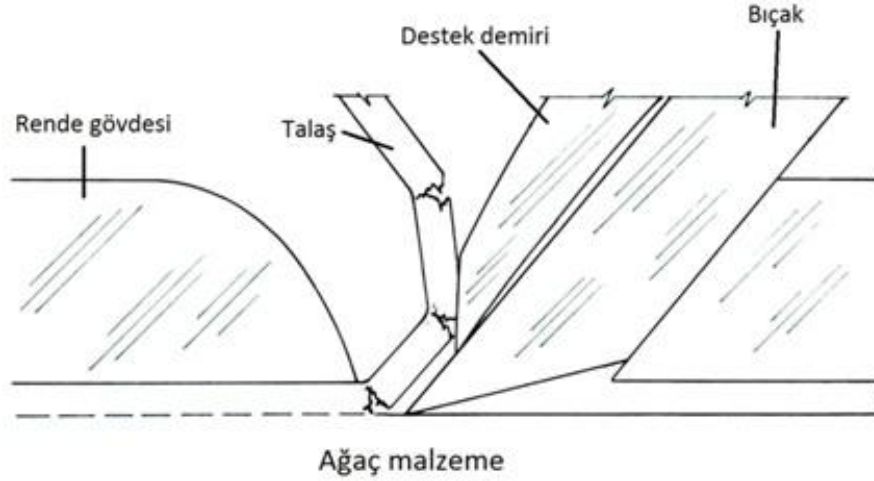


Şekil 23. Standart Bir Rendenin Yapısı

⁷⁷ Jack C Rich, *Sculpture in Wood* (New York: Oxford University Press), s.76.

Bir rendenin yapısında:

1. Gövde: Tüm parçaların üzerine oturduğu, gönye vazifesi de gören ana parça. Genellikle dökme demirden bazen de alüminyum ya da preslenmiş çelikten üretilir.
2. Bıçak (Tığ) Dayanağı (Topuk): Dökme demirden üretilir ve bıçağın duruş açısını belirler.
3. Ayar mandalı: Bıçağın yönünü sağa-sola ayarlayarak talaş kalınlığının her yerde eşit olmasını sağlar.
4. Ayar somunu: Kesme derinliğinin ayarlar.
5. Bıçak (Tığ - Kesici Çelik): Yüksek kalite takım çeliğinden üretilir. Kesme işlemini yapar.



Şekil 24. Standart Bir Rendede Kesme İşlemi

Yukarıdaki şekilde de görülebileceği üzere; bir rendede kesme işlemi iterek yapılır. Kesici çelik; topuğa sabit açıyla, yüzeyi aşağıya bakacak şekilde yerleştirilir. Rendeleme sırasında ortaya çıkan talaş; destek demirinin yukarıya doğru baskısıyla kıvrılıp geriye doğru döner. Bu sayede rendeleme işlemi sırasında ortaya çıkan talaşın, rende yüzeyini tıkamasının önüne geçilmiş ve rendelemenin sürekliliği sağlanmış olur. Bu yerleşim prensibi tüm 3, 4, 5, 6, 7 numaralı standart tip rendeleri için aynı şekildedir.

Temel vazifesi ahşap malzemeyi rendeleyip, düzetmek olan rendelerin kullanım amacına göre çeşitli tipleri vardır. Bunlar:

a) Alıştırma Rendes: Büyük parçaların birbirlerine alıştırılmalarında kullanılır. 45° açılı duran 6 - 6, 8 cm. enindeki kesici çeliğe sahiptir. Gövdesi 56 - 60 cm. uzunluğundadır.

Alıştırma rendeleri, çalgı yapımında kapak parçalarının birbirlerine yapıştırılabilmeleri için alıştırılmalarında sıklıkla kullanılırlar. Bu boy rendeler üreticiler tarafından genellikle 7 numara olarak adlandırılırlar.



Resim 19. Alıştırma Rendes

b) Rende: Geniş yüzeylerin rendelenmesinde kullanılır. 45° açılı duran 6 cm. enindeki kesici çeliğe sahiptir. Gövdesi 46 cm. uzunluğundadır. Alıştırma rendesi gibi standart rende de, çalgı yapımında sıklıkla kullanılan bir rende tipidir. Genellikle 6 numara olarak adlandırılır. Kapakların alıştırılmaları, sap parçalarının gönyelenmesi gibi işlerde yoğun olarak kullanılır.



Resim 20. Rende

c) Küçük Rende: Her türlü rendeleme işleminde kullanılır. 45° açılı duran 6 cm. enindeki kesici çeliğe sahiptir. Gövdesi 35 - 38 cm. uzunluğundadır. Üreticiler tarafından 5 numara olarak adlandırılırlar. Çalgı yapımında 5 numara rende yerine, uzun gövdelerinden dolayı daha düzgün yüzey sonuçları veren 6 ve 7 numaralı rendeler sıklıkla kullanılır.



Resim 21. Küçük Rende

d) Perdah Rendesı: İşlerin perdahlanmasında kullanılır. Perdahlama; yüzey pürüzsüzlüğü için yapılan son düzeltme işlemidir. 45° açılı duran 4, 4 - 5, 5 ya da 6 cm. enindeki kesici çeliğe sahiptir. Gövdesi 18 - 20 - 23 ya da 25 cm. uzunluğundadır.

Bu boy rendeler üreticiler tarafından 3 ya da 4 numara olarak adlandırılırlar. Çalgı yapımında geniş bir kullanım alanları yoktur. Yerlerine kullanım amacına göre daha büyük ya da daha küçük avuç rendeleri tercih edilir.



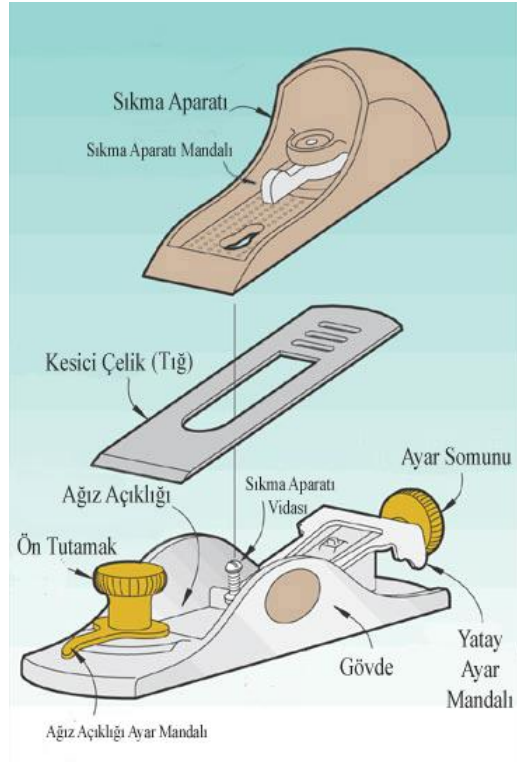
Resim 22. Perdah Rendesı

e) Avuç rendesi (Başagaç rendesi): Bunlar ergonomik olarak avuçla kavranabilecek büyüklükte olan, küçük boy rendelerdir. Ağaç malzemenin enine kesitinin (başagaç) rendelenmesinde kullanılır. 20° , 21° ya da $13,5^\circ$ gibi düşük açılı ve diğer rendelerden farklı olarak bilenmiş yüzeyi yukarıya dönük duran 3, 5 - 4 cm. enindeki kesici çeliğe sahiptir. Gövdesi 15 - 18 cm. uzunluğundadır.

Bu tip rendeler küçük ve hafif yapıları ile kullanım avantajına sahiptirler. Çalgı yapımında her türlü hassas rendeleme gerektiren işlemlerde sıklıkla kullanılırlar.



Resim 23. Avuç Rendesı



Şekil 25. Standart Bir Avuç Rendesinin Yapısı

Diğer standart tip rendelerin aksine avuç rendelerinin kesici çelik yerleşim düzenleri farklıdır.



Şekil 26. Standart Bir Avuç Rendesinde Kesici Çelik Yerleşimi

Şekil 26.' dan da görüleceği üzere, avuç rendelerde çeliğin bilenmiş yüzeyi yukarıya bakacak şekilde yerleşimlidir. Bu rendelerde kesme açısını, çeliğin bilenme açısı ve 20° sabit bıçak dayanağı ile birlikte oluşan toplam açı oluşturur.

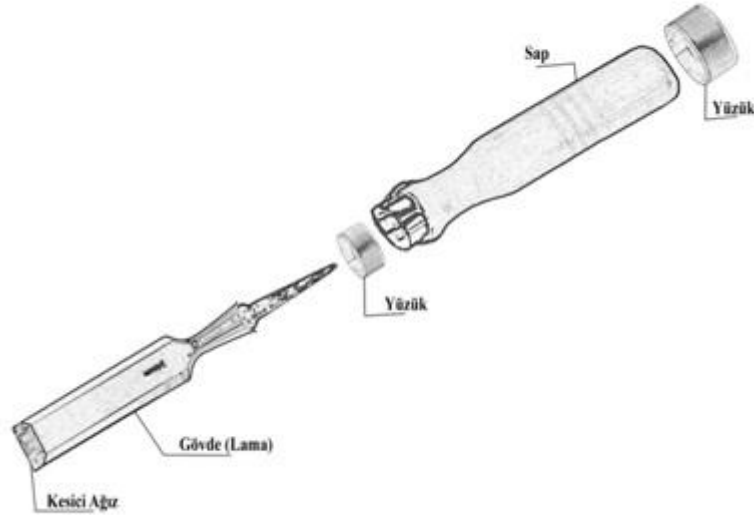
Yani rendenin çeliği 25° derece açı ile bilenmişse bu; rende dayanağının sabit 20° açısı + 25° bileme açısıyla beraber toplam 45° lik bir kesme açısı oluşturacaktır.

3.2. Iskarpelalar

Iskarpelalar zorlayarak kaydırma hareketiyle kama esasına göre kesim yapan gereçlerdir.⁷⁸

Çalışma mantıkları rendelere benzeyen iskarpelalar genellikle düz iskarpelalar, oluklu iskarpelalar ve oyma iskarpelaları olarak üç ana gruba ayrılırlar. Bunlardan düz ve oluklu iskarpelalar çalgı yapımında yoğun olarak kullanılmaktadırlar.

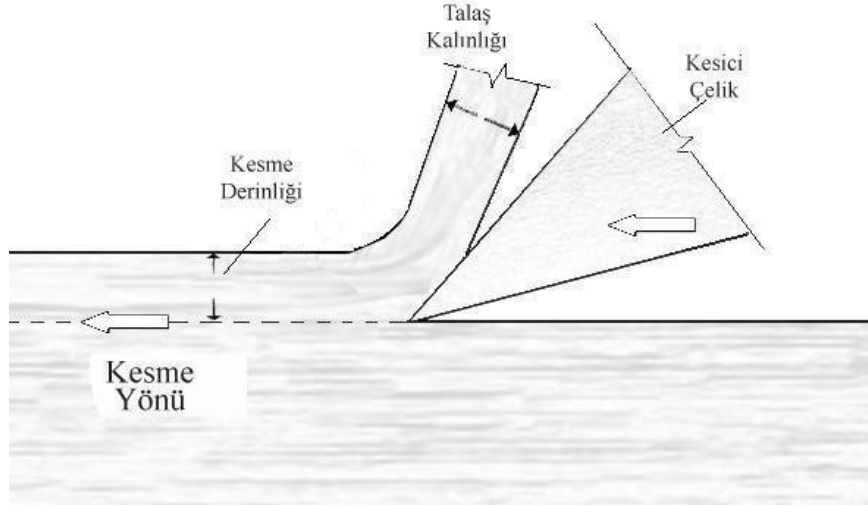
Çalgı yapımında; iskarpelaların başlıca kullanım yerleri yontma, kesme, düzeltme, delik açma ve oyma işlemleridir. Iskarpelalar uygulama alanına göre kısa, uzun, dar ağızlı, geniş ağızlı gibi pek çok çeşitlerde olabilirler.



Şekil 27. Standart Bir Marangoz Iskarpelasının Yapısı

⁷⁸ James J. Hammoud, Ağaççşleri Teknolojisi. Çeviren: Eyüp Yaşar ve diğerleri (Ankara : MEB Mesleki ve Teknik Öğretim Müsteşarlığı). s.203.

Bir ıskarpela en yüksek kalite çelikten yapılmak zorundadır. Yumuşak ve dayanıksız çeliklerden yapılan ıskarpelalar zorlayıcı kesim işlerine fazla dayanamadan kolayca körelecek ve sık sık yeniden bilenme ihtiyacı duyacaktır.



Şekil 28. Bir ıskarpelada Kesme İşlemi

Günümüzde ıskarpelalar; sade karbon çeliklerinden, paslanmaz alaşım çeliklerinden ve takım çeliklerinden imal edilirler. Japonya üretimi ıskarpelalarda sade karbon çelikleri tercih edilirken, Avrupa ıskarpelalarında yüksek alaşımlı paslanmaz çelikten ve takım çeliklerinden üretilen ıskarpelalar yaygındır. Japonya üretimi ıskarpelalar çeliklerinin yüksek sertlik ve dayanıklılıklarıyla öne çıkarken, Avrupa'da üretilenler paslanmazlıklarıyla avantaj sağlarlar.

Piyasada bulunabilecek ıskarpelaların çelik sertlikleri genellikle 59Hrc ile 62Hrc Rockwell sertliğinde değişmektedir. Bazı yeni oyma bıçaklarında olduğu gibi, HSS çeliklerinden imal edilen ıskarpelalar yavaş yavaş yaygınlaşmaya başlamıştır. Bunlar 64-65Hrc Rockwell sertliklerine kadar olabilen çeliklere sahiptirler.

Günümüzde ıskarpela sapları dişbudak, kayın, şimşir, meşe, akça ağaç gibi sert ağaçlardan ya da plastikten olabilir.



Resim 24. Çeşitli Boy ve Özelliklerde İskarpelalar

Oymacılık ya da marangozlukta kullanılan ıskarpelalar, genellikle sert ağaçlardan yapılan tokmaklarla saplarına vurularak kullanılır. Bu tip ıskarpelaların saplarında, sapın darbelerden çatlamasını önlemek için takılmış sert metalden bilezik bulunur.



Resim 25. Metal bileziğe Sahip Standart Marangoz İskarpelası

Özellikle çalgı yapımına yönelik olarak üretilen ıskarpelalarda, sapta bilezik çok nadiren görülür. Bunun nedeni; çalgı yapımında, yapılan her türlü kesim ve yontma işleminin yüksek hassasiyet gerektirmesi ve bundan dolayı ıskarpelaların kullanımının el ile olmasıdır.

Kesim işlemi tokmak kullanılmadan, kol ve bazen vücut gücüyle ileriye doğru baskı yapılarak tamamlanır. Bu şekilde yapılan kesimler daha hassas ve temiz işçiliğe imkan sağlamaktadır. Bu tarz ıskarpelaların uzun sapları; daha az güç kullanarak, daha kolay ve dengeli kesim yapmaya yardımcı olur.



Resim 26. Bileziksiz, standart çalgı yapım ıskarpelası. Uzun formulu sap oyma işleminde kullanıcıya daha fazla kontrol sağlar.

3.3. Parmak Rendeleri

Parmak rendeleri, ıskarpelalar ile yapılan oyma ve yontma işlemleri sonrasında yüzeyleri düzgünleştirip zımparaya hazırlayan, parmaklarla kullanılabilen küçük rendelerdir. Birkaç santimetre uzunluğundaki gövdeleri ve parmaklarla tutularak kullanılmalarından dolayı bu adı almışlardır.

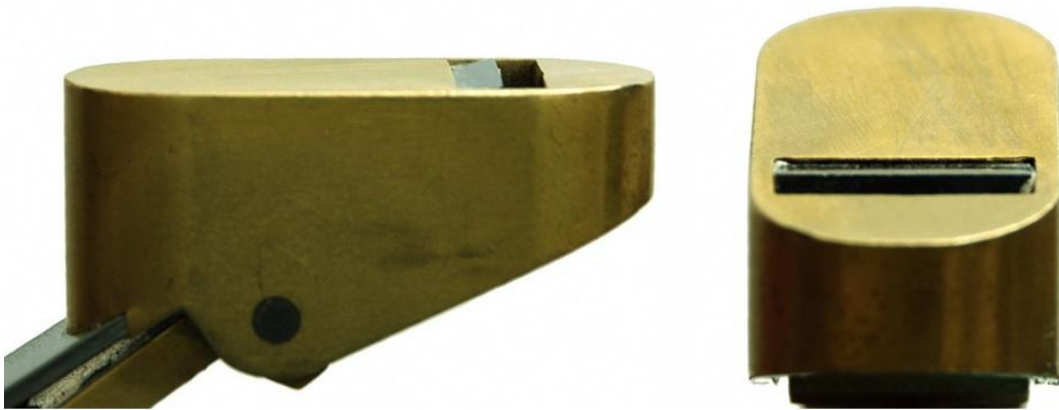
Parmak rendelerinin çalışma prensipleri diğer büyük tip rendeler ile aynı biçimdedir. Kesici çelik, diğer rende tiplerinde olduğu gibi sabit açılı bir yüzeye dayanır ve bir vida ya da sıkıştırma takozu ile yerine sabitlenir.

Bazı ahşap gövdeli Japon parmak rendeleri dışında, parmak rendeleri geleneksel olarak pirinç ya da bronz'dan imal edilir. Parmak rendeleri, diğer rende tiplerinde de olduğu gibi yüksek kalite kesici çeliklere sahiptirler. Parmak rendeleri 20 - 70 mm. arasında gövde boyuna sahip olabilirler. Çelik genişlikleri 5 - 25 mm. arasında olabilir. Küçük olanlar detay çalışmalarında, büyük olanlar yüzey düzeltmelerinde kullanılırlar.



Resim 27. Çeşitli Boy ve Modellerde Parmak Rendeleri

Parmak rendelerinin gövdeleri, düz ve bombeli tabanlı olmak üzere iki tipte olabilir. Düz tabana sahip modeller küçük restorasyon çalışmalarında, tutkal temizliği gibi işlemleri yapmanın yanı sıra, standart bir rendenin kullanılamadığı dar alanlarda standart bir rende işlevi görürler.



Resim 28. Düz tabanlı parmak rendesi

Bombeli tabanlı parmak rendeleri ise her türlü yuvarlak, bombeli ve içbükey yüzeyin rendelenmesi ve yüzeyinin düzeltilmesinde kullanılırlar. Özellikle yaylı çalgıların karakteristik özellikleri olan bombeli yapıdaki alt ve üst kapaklarının rendelenme işlemleri bu tip rendeler ile yapılmaktadır.



Resim 29. Bombeli tabanlı parmak rendesi

Yaylı çalgıların yapımında parmak rendelerini kullanmadan düzgün bir kapak yapmak mümkün değildir. Bu yüzden tüm yaylı çalgı yapımcıları çeşitli boyutlarda parmak rende takımlarına sahiptir. Bundan dolayı da parmak rendeleri aynı zamanda enstrüman yapımcısı rendesi olarak da bilinmektedirler.



Resim 30. Parmak Rende ile Bir Çello Kapağının Ölçeklendirilmesi

3.4. Bıçaklar

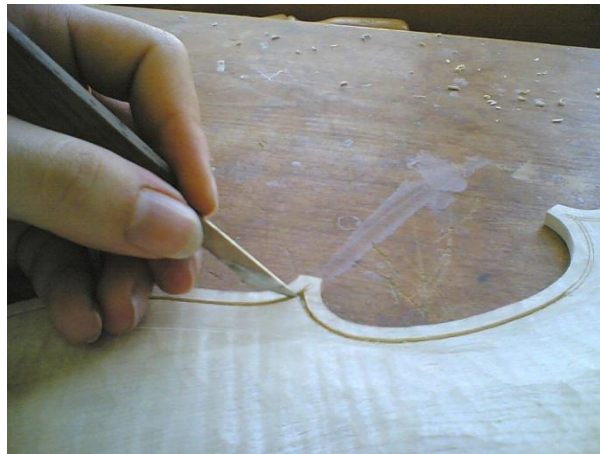
Enstrüman yapım sanatının hemen her alanında rendeler ile birlikte en sık olarak kullanılan diğer kesici gereçlerden biri de bıçaklardır. Yaylı çalgılar yapımında eğelerden sonra en sık kullanılan temel gereçlerdir.

Yaylı çalgılar yapımında bıçaklar, hemen her türlü kesme, düzeltme, oyma, fileto kanalı açma işlemlerinde kullanılabilir. Uygulama alanına göre farklı boy, en ve kesici yüzey açıları olabilirler. Herhangi bir standartları bulunmasa da genellikle 3,5 mm. eninden 25 mm. enine kadar değişen boylarda tercih edilirler.



Resim 31. Farklı Ölçülerde Bıçaklar

3,5 - 5 mm. gibi ince yapılı olanları köprü ve eşik yapımı, hassas restorasyon işlemleri gibi uygulamalarda kullanılır. 8 - 12 mm. eninde olanları fileto açma, kanal açma işlemlerinde, bundan büyük ölçüdekiler de genel amaçlı bıçaklar olarak kullanılır.



Resim 32. Bir Bıçak ile Fileto Kanalı Açma İşlemi

Ahşap malzeme üzerinde çalışmaya yönelik ve detay çalışmaları için kullanıldıklarından bu bıçaklar enstrüman yapımcısı ya da yaylı çalgı yapımcısı bıçağı olarak da bilinmektedirler. Çelikleri üzerine bir standart olmamakla beraber hepsinde ortak özellik; her türlü yumuşak ve sert ağaçta çalışmaya uygun yapıda yüksek dayanımlı alaşımlardır. 60Hrc ve üzeri sertlikteki bıçaklar her türlü ahşap malzeme için yeterli dayanıklılıktadır.

Bıçakların karakteristiğinde de ıskarpelalarda olduğu gibi bir Uzakdoğu ve Avrupa ayrımı görülebilmektedir. Japonya ve Çin’de üretilen bıçaklar 2,5 - 3 mm. gibi daha yüksek et kalınlığına sahip ve genellikle sade yüksek karbonlu çeliklerden yapılır. Bunlar paslanmaz değildir ve düzenli bakım gerektirirler. Dayanım ve sertlikleri çok yüksektir. Bunlar 60 - 62Hrc Rockwell sertliklerinde bulunabilirler. Diğer Avrupa üretimi bıçaklarda ise et kalınlığı 1,8 - 2 mm. olarak daha ince ve çoğunlukla paslanmaz veya takım çeliğindendir. Bu tip bıçakların sertliği 59 - 62Hrc Rockwell sertliğinde olabilirken, artık yaygın olarak kullanılmaya başlayan HSS tip bıçaklar 66Hrc Rockwell sertliğine kadar ulaşmaktadırlar.

Bir bıçağın ideal kullanılabilirlikte olması için ne çok sert ne de çok yumuşak olması gereklidir. Bıçağın uç kısmı sıklıkla kullanıldığından çok sert ve kırılgan yapıdaki bir bıçakta uç kolayca kırılacak, yumuşak yapıdaki bir bıçakta hızla körelecektir. İdeal bir bıçak hem ladin gibi yumuşak ağaçlarda, hem abanoz gibi sert ağaçlarda kolayca kesim yapabilecek ve kırılmadan keskinliğini uzun süre muhafaza edecek dayanıklılıkta olmalıdır. Bu, bıçakta kullanılan çeliğin alaşımına olduğu kadar, çeliğin üretim sırasında gördüğü ısı işleme de bağlıdır. Ayrıca taş motorlarında yinelenen bileme işlemleri çeliğin çok ısınarak dayanıklılığını kaybetmesine neden olacağından, bıçakların mümkün olduğunca elde taşlarla bilenmelerine özen göstermek gerekmektedir. Taş motorları sadece elde düzeltilemeyecek kadar büyük çentik ve kırılmaları onarmak için kullanılmalıdır.

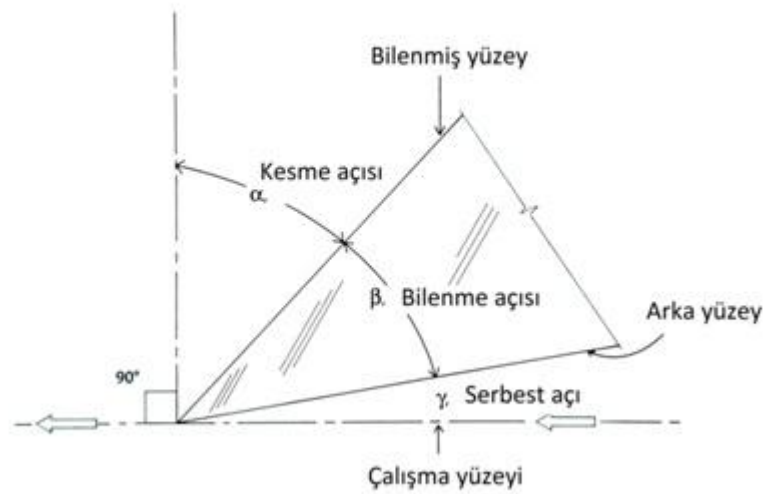
4. ÇALGI YAPIMINDA KULLANILAN KESİCİ EL ALETLERİNDE KESME PRENSİPLERİ

Çalışmanın bu bölümünde tezde yapılan deneylerle ilgili olarak temel kesme prensiplerinin irdelenmesi yapılmıştır.

Bir ağaç malzemenin kesimi, baskıya dayalı kesme şeklinde, testere mantığıyla ileri-geri paralel veya dairesel hareketle aşındırarak üç şekilde yapılabilir.

Çalgı yapım sanatında kullanılan kesici el aletleri olan ıskarpela, rende ve bıçakların tümü baskıya dayalı kesme prensibiyle çalışırlar. Böyle bir sistemde kesimin başarılı olabilmesi için, aletin kesici yüzeyinin olabilecek en ince şekilde bilenmiş olması gereklidir. Ancak kesici yüzey aşırı ince olacak şekilde bilenirse bu sefer de çok çabuk körelecek ve yeniden bilenmeye ihtiyaç duyacaktır. Bu çalışmada; dayanıklı açı ile çok ince açı arasında kalan ve ikisinin de avantajlarına sahip olan ideal açıları bulmak amaçlanmıştır.

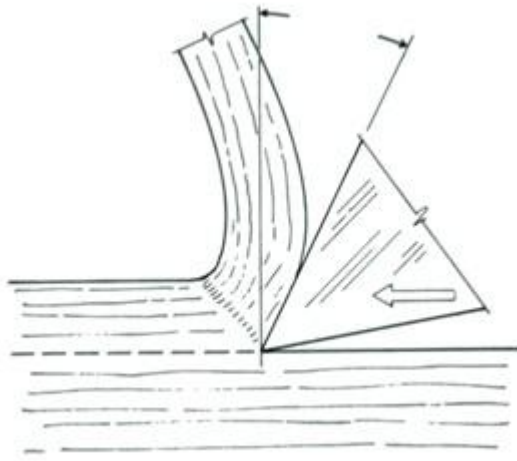
Şekil 29.' da standart bir kesme işlemi görülmektedir. Kesici gerecin bilenmiş kesici yüzeyi ile, yüzeye 90^0 'lık bir dik arasındaki açı, bu gerecin kesme açısı olacaktır. Bu α açısıdır. β açısı kullanılan gerecin bilenme açısıdır. γ açısı ise çalışma yüzeyi ile aletin alt kısmı arasında kalan serbest açıdır.



Şekil 29. Kesme Teorisi

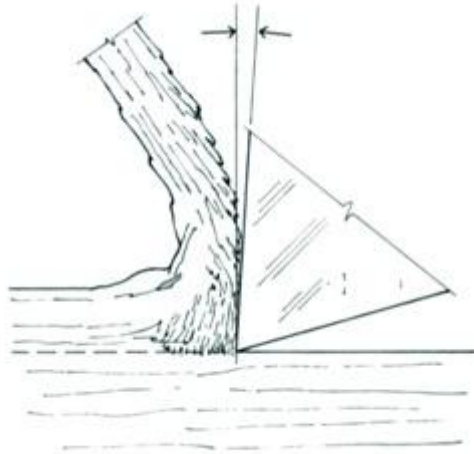
Bir kesim işleminde kesme açısı ve serbest aç negatîf kuvvetler, bilenme açısı pozitif kuvvettir. Dolayısıyla α ve γ açılarının toplamı arttıkça kesim işlemi kolaylaşacak (**Şekil 30.**), bunlar düştükçe ya da β açısı arttıkça kesim zorlaşacaktır (**Şekil 31.**)

Bunun sadeleştirilmiş hali; “bilenme açısı düşük olan ince uçlu bir gereç, daha rahat kesim yapacaktır” olur. Bu durum; kullanılacak tüm bıçak, rende ve ıskarpelalarda aynı şekildedir.



Şekil 30. Yüksek Kesim Açılı Kesme

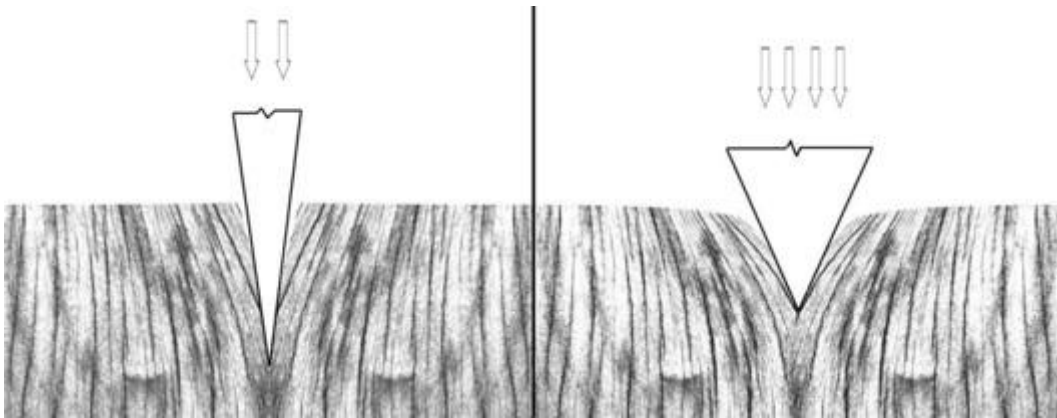
Şekil 30.’ da yüksek kesim açısına ve standart bileme açısına sahip kesme işlemi görünmektedir. Burada kullanılan kesici gerecin kesici yüzeyi ortalama bir açıda bilenmiştir. Buna göre kesim temiz bir şekilde yapılabilmektedir.



Şekil 31. Düşük Kesim Açılı Kesme

Şekil 31.' de ise kesme açısının oldukça düşük olduğu görülebilmektedir. Bunun nedeni şekilde görülebileceği üzere kesici gerecin çok yüksek ve küt denilebilecek bir açıda bilenmiş olmasıdır. Böyle bir durumda kesme işlemi, daha ziyade bir kazıma işlemine dönüşecek ve şekilde görüldüğü gibi kesici gerecin ucu ağaç malzemenin liflerini zorlayarak koparacaktır. Böyle bir kesim kötü yüzey kalitesi demektir.

Derinlemesine kesimlerde durum aynı şekildedir. **Şekil 32.**' de görülebileceği üzere pozitif bir açı olan β açısı yani bilenme açısı düşük olan bir gereç, ağaç dokularına daha az kuvvetle daha derin kesim yapabilecektir. Bilenme açısı yüksek olan daha küt kesici yüzeyli bir gereç ise böyle bir kesim yapabilmek için daha fazla güç gerektirecek ve derin kesimler yapmada zorlanacaktır.

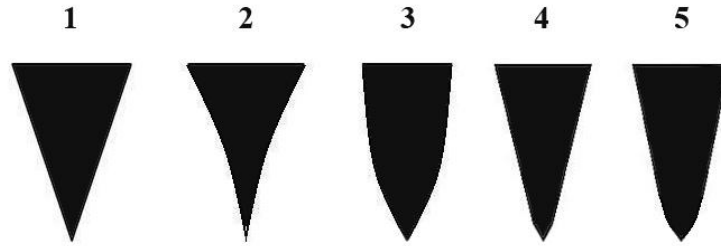


Şekil 32. Düşük ve Yüksek Bilenme Açılı Gereçlerin Kıyaslaması

Kesim kalitesini ve rahatlığını etkileyen önemli bir faktör de kesici yüzeyin bilenme şeklidir. Her enstrüman yapımcısının kendine göre bileme alışkanlıkları bulunur. Ancak standart olan bazı bileme şekilleri vardır. Bir gerecin kesici yüzeyi genel olarak 4 farklı biçimde bilenebilir (**Şekil 33. ve 34.**).



Şekil 33. Iskarpela ve Rende Bıçaklarında Farklı Kesici Yüzey Biçimleri



Şekil 34. Bıçaklarda Farklı Kesici Yüzey Biçimleri

Bunlar:

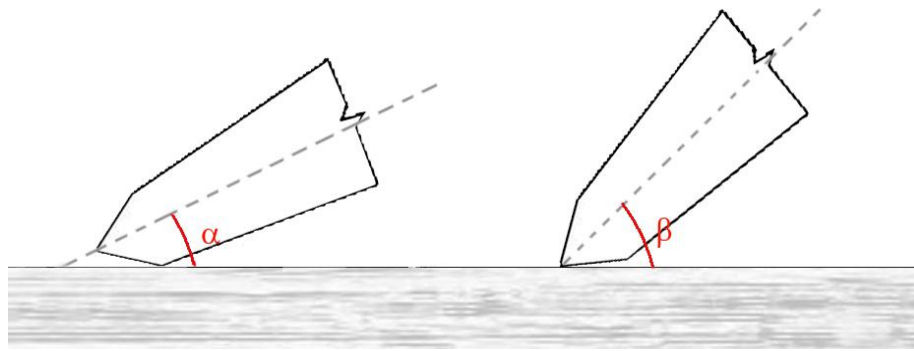
1) Düz yüzeyli kesici yüzey: Bu tip enstrüman yapımında kullanılan kesici gereçlerde en sık kullanılan tiptir. İyi kesme kalitesine, ortalama dayanıklılığa sahiptir.

2) İçbükey bombeli kesici yüzey: En az kullanılan tiptir. Çok iyi kesme kalitesine, çok kötü dayanıklılığa sahiptir. Bu tür bilen gereçlerin uç kısımları, kesici yüzeyi destekleyen çok az metal olmasından dolayı düşük dayanıma sahip olacak ve çabuk körelecektir. Bu tip; çok ince detay çalışmaları dışında enstrüman yapımında kullanıma uygun değildir.

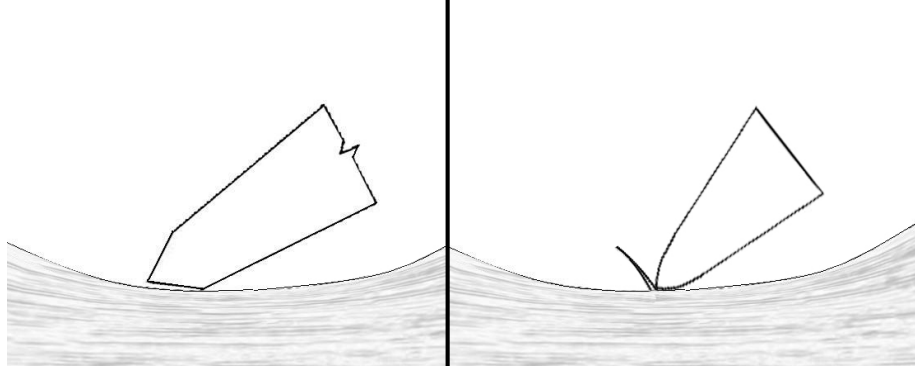
3) Dışbükey bombeli kesici yüzey: Bu tip genellikle bilemeyi yeni öğrenen kişilerin yaptıkları yanlış uygulamalar sonucu elde edilen bir formdur. Bu formda kesici yüzeyin fazla küt bir bilenme açısına sahip olmasından dolayı kesim işlemini zorlaştıracaktır. Ancak, kontrollü ve hafif bir dışbükey bombeye sahip gereçler, ortalama kesim kalitesi ve çok yüksek dayanıklılığa sahip olacaklardır. Bu tip özellikle yüksek dayanıklılık gerektiren kesme ve yontma işlemleri için kullanılabilir.

4) İkinci açığı sahip kesici yüzey: Bu versiyonda kullanılacak gereç düşük bir açıda bilendikten sonra, kesici yüzeyin uç kısmına daha küt ikinci bir açı verilir. Bu ikinci açı en fazla 1mm. kadar olmalıdır. Burada amaçlanan kesim kalitesini çok düşürmeden, dayanıklılığı biraz daha arttırmaktır. Bu şekilde kesici yüzeyler özellikle düz ıskarpelalarda sıklıkla kullanılır. Ortalama kesim kalitesi ve ortalama dayanıklılığa sahiptirler.

5 numarada görülen tip, aslında 4 numaralı şeklin bir varyasyonudur. Bazı durumlarda ikinci açı verilmiş gereçlerde, ikinci açının verildiği köşe nokta, kullanım esnasında yüzeye değerek kesim işlemini olanaksız kılar. Bunu aşmak için, alet daha dik açıyla tutulmak zorunda kalınabilir. (Şekil 35.) Böyle durumlarda 5 numaralı tipin kullanılmasıyla sorun çözülür. (Şekil 36.)



Şekil 35. İkinci açığı sahip gereçler daha dik açıyla kullanılmaya ihtiyaç duyabilirler



Şekil 36. İkinci açıya sahip gereçlerde, ikinci açının verildiği köşe yuvarlatılarak daha iyi kesim başarımı sağlanabilir

Çalgı yapımında düzgün işçilik, doğru gereç kullanımı ve sonuç olarak temiz ve iyi yüzey kalitesi elde etmek çok önemlidir. Enstrüman bittikten sonra yapılacak olan cila çalışmasında, ağaç üzerindeki her türlü kusurlar, çizikler, zedelenmeler daha da belirginleşir. Bu nedenle pürüzsüz bir yüzey kalitesi elde etmek gerekmektedir.

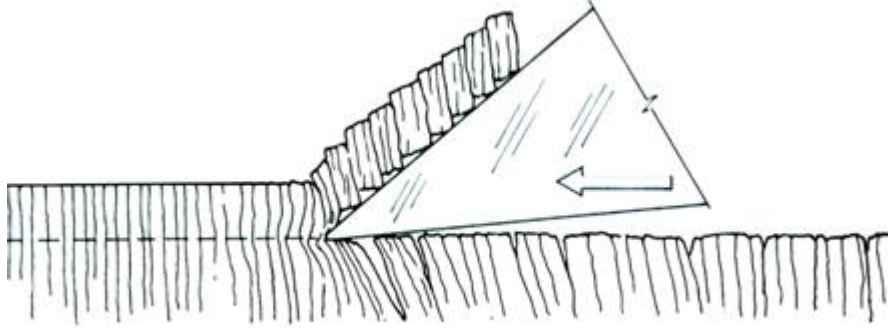
Yapılan çalışmalarda yüzey kalitesini doğrudan etkileyen bir diğer önemli faktör; kullanılan gerecin kesici ağzının pürüzsüzlüğüdür. Bir kesim işleminde; kesilen yüzey, kullanılan gerecin kesme kalitesini gösterir. Keskin bir alet, temiz bir yüzey bırakırken, kör ve kötü kesici yüzeyi olan bir alet pürüzlü bir yüzey bırakır. **(Resim 33.)**⁷⁹



Resim 33. Bir ahşap parçada solda keskin bir alet pürüzsüz bir yüzey bırakırken, sağda kör bir alet pürüzlü bir yüzey bırakmıştır.

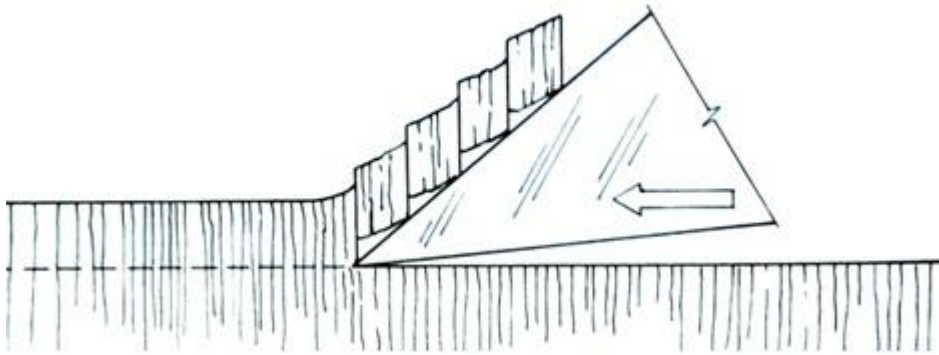
⁷⁹ Sharpening Basics. The Art of Woodworking. Vol. 16. (Montreal, New York: St Remy Press), s.14.

Buna göre kesici ucu aşınmış, çentiklenmiş, körelmiş bir gereç uygulama alanında da aynı şekilde temiz ve düzgün olmayan, kaba bir yüzey bırakacaktır. (**Şekil 37.**)



Şekil 37. Aşınmış kesici yüzeye sahip bir kesici gereç ahşap üzerinde zedelenip, parçalanmış bir yüzey oluşturur.

Yeni bilenmiş, pürüzsüz ve düzgün bir kesici uca sahip bir gereç ise, ahşap malzemenin dokularında herhangi bir zedeleme yapmadan, temiz ve düzgün bir kesim yapacaktır. Kesim işlemi zorlanmadan yapılabileceğinden liflerde herhangi bir kopma olmayacaktır. (**Şekil 38.**)



Şekil 38. Keskin ve düzgün kesici yüzeye sahip bir kesici gereç, ahşap üzerinde temiz ve pürüzsüz bir yüzey bırakır.



Resim 34. Mikroskop altında bir ıskarpelanın kesici yüzeyi. Solda keskin, sağda körelmiş bir kesici yüzey

MALZEME VE YÖNTEM

1. DEĞERLENDİRME ANKETİ

Bu çalışmanın amacı; enstrüman yapımında mükemmel işçiliğin elde edilebilmesi için, en uygun kesici el aletleri ve malzemelerinin belirlenmesidir. Bunun için öncelikle konuya yönelik olarak; farklı enstrüman yapımcılarıyla çelik, bileme açısı tercihi, bileme taşı tercihi gibi konularda yazılı anket araştırması yapılmıştır. Anket sonrası elde edilen veriler, istatistiki grafiklere dökülerek, yorumlamaları yapılmış ve sonraki kısımda; sonuçlar deneysel çalışmalarla irdelenmiştir. Böylece en doğru ve bilimsel sonuçların elde edilebilmesi amaçlanmıştır.

1.1. Enstrüman Yapım Mesleğinde Kullanılan Kesici El Aletleri Teknik Değerlendirmesi Anketi

Bu çalışmada; tezle ilgili konularda, meslek tecrübeleri en az iki yıl olan, yirmi farklı enstrüman yapımcısıyla yazılı anket araştırması yapıp görüşleri alınmıştır. Ankette; yapımcılara:

- çoğunlukla hangi tip çelikten gereçlere sahip oldukları,
- hangi tip çelikler ile en iyi sonucu aldıkları,
- hangi bileme açılarıyla en iyi sonucu aldıkları,

- hangi bileme taşlarıyla en iyi sonucu aldıkları,

genel çelik tercihleri

gibi konularda sorular sorulmuştur.

2. DENEYLER

Bu çalışmada anket sonuçlarından elde edilen verileri irdeleyip, sonuçları bilimsel hale getirmeye yönelik olarak üç farklı konuda çeşitli deneyler yapılmıştır. Bunlar sırasıyla:

- a) Bileme taşlarının, kesici yüzey ve ahşap yüzeyine olan etkilerinin araştırılması
- b) Farklı bileme açılarının, kesici yüzey ve ahşap yüzeyine olan etkilerinin araştırılması
- c) Farklı çelik tiplerinin, ahşap malzemede kullanım kıyaslamaları

2.1. Bileme Taşlarının Kesici Yüzey ve Ahşap Yüzeyine Olan Etkilerinin Araştırılması

Çalışmanın ilk deneyi olan bu testlerde; farklı bileme taşlarının kesici gereçler üzerindeki ve bu gereçlerin ağaç malzeme üzerindeki etkilerini görmek, enstrüman yapım sanatı için uygun bileme taşlarını bulmak ve bundan sonraki testlerde kullanmak üzere en iyi performans veren malzemeyi belirlemek amaçlanmıştır.

Test için kullanılacak taşlar; yağ taşları, su taşları, seramik ve elmas taşlar grubundan olmak üzere aşağıdaki 9 taş olarak belirlenmiştir:

- Arkansas yağ taşı
- Elmas taş
- Türk yağ taşı

- 1000 kum seramik taş
- 3000 kum seramik taş
- 800 kum Japon su taşı
- 1200 kum Japon su taşı
- 2000 kum Japon su taşı
- 4000 kum Japon su taşı

Bu taşlar dışında kalan daha yüksek ya da düşük kumlu taşlar test için kullanılabilir olmamalarından dolayı tercih edilmemiştir.

Testte; 6 numara standart rende kullanılmış ve test yüzeyi olarak bu tezin ilgili olduğu konu olan yaylı çalgı yapımında sıklıkla kullanılan akça ağaç ve ladin ağaçları kullanılmıştır. Test ağaçları 50 cm. boyunda ve 4 cm. kalınlığında parçalar olarak belirlenmiştir. Bu sayede araştırmacı metrik ölçüde sonuçlar elde edip, her testte kaç metre rendeleme yapılabildiğini kesin olarak belirleyebilmiş ve sonuçları matematiksel olarak oranlayabilmiştir.



Resim 35. Kullanılan Test Gereçleri

Testlerde; her taşın bileme kalitesinin nasıl olduğu, bildikleri kesici çeliğin dayanıklılığının ne olduğu, bu taşlarla bilenmiş kesici çeliğin ağaç yüzeyinde ne kadar temiz rendeleme yaptığı ve kesiciliğinin ne kadar dayanıklı olduğu araştırılmıştır.

Bunun için öncelikle rendenin kesici çeliği bir taş ile bilenmiş, bu yeni bilenmiş çeliğin kesici yüzey kısmının makro ve 400 kat büyütülmüş mikroskopik fotoğrafları çekilmiştir. Ardından bu bıçak ile ağaç bir kez rendelenmiş ve yüzeyin makro fotoğrafı çekilmiştir. Daha sonra sabit talaş kalınlığı alacak şekilde dayanıklılık testleri yapılmış ve bu testler rendenin bıçağı kesim işlevini yapamayacak kadar devam etmiştir. Bundan sonra yine aynı biçimde körelmiş rende bıçağının ve ağaç malzemenin fotoğrafları çekilmiştir.

Ladin ağacı kumlu bir ağaç olup kesici gereçleri çabuk köreltebilmesiyle birlikte; yumuşak bir ağaç olduğundan, körelmeye başlayan kesici gereçlerin kesici yüzeyleri fazla zedelenmeden kolayca kesime devam edebilmiştir. Bundan dolayı ladin üzerinde dayanıklılık testi yapılmamış, bunun yerine testler 100 pas ile sınırlı tutulmuş ve 100 sefer rendeleme sonrası sonuç fotoğrafları çekilmiştir.

Testlerin mümkün olduğu kadar tutarlı ve doğru sonuçlar verebilmesi açısından tüm testlerde:

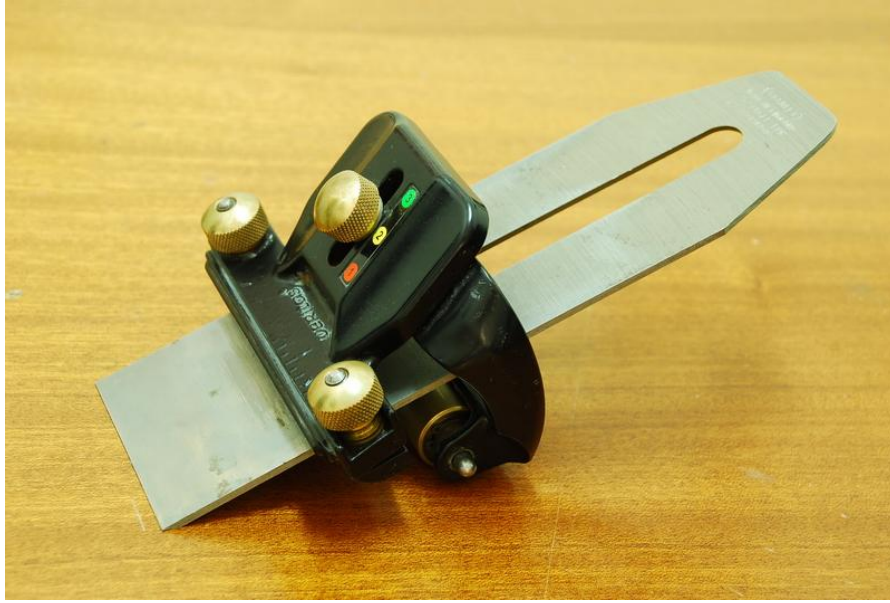
- aynı rende,
- aynı rende çeliği,
- rende bıçağında 25^0 sabit düz bileme açısı,
- 0,05 mm. sabit talaş kalınlığı,
- aynı test yüzeyleri,

kullanılmış, değişen sadece bileme taşları olmuştur. Ayrıca sonuçların doğruluğu açısından her test 3 kez tekrarlanmış ve değerlerin ortalaması alınmıştır.

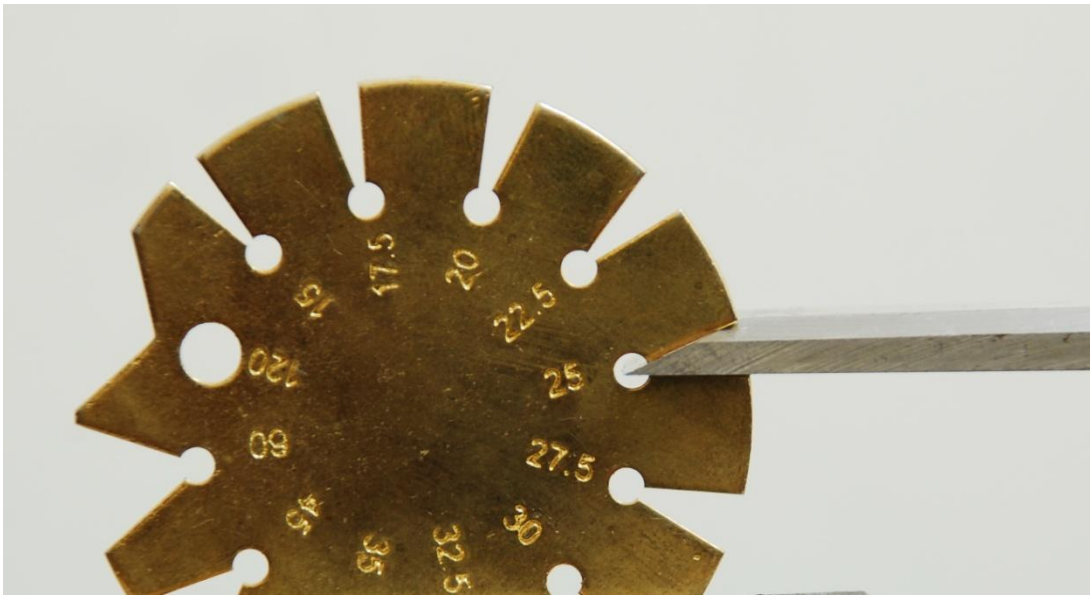


Resim 36. Talaş Kalınlığının Ölçümü

Bileme işlemleri, istenilen bileme derecesine göre ayarlanıp hassas bileme yapabilen bir bileme aparatı kullanılarak yapılmış ve bileme açıları bir açıölçer ile kontrol edilmiştir.



Resim 37. Testlerde Kullanılan Bileme Aparatı



Resim 38. Bilenme Açısının Ölçümü

Testler sonrası çelikte en iyi dayanıklılığı ve ağaç malzeme üzerinde en rahat ve temiz kesimi sağlayan taş, en iyi bileme taşı olarak bundan sonraki deneylerde sabit bileme gereci olarak belirlenmiştir.

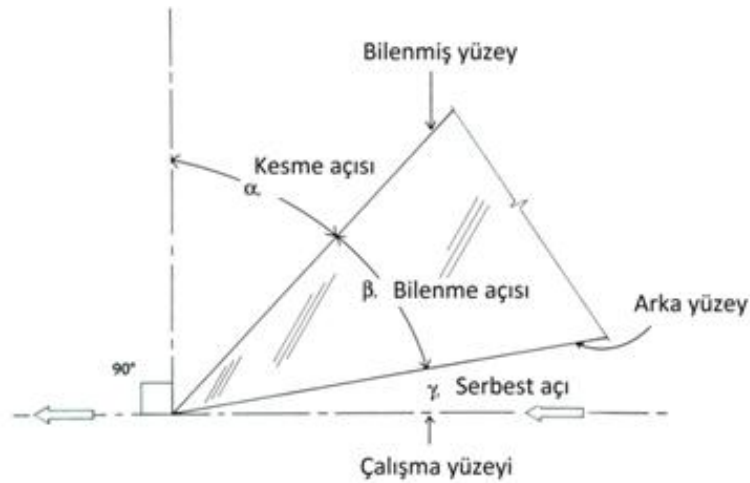
Fotoğraflar makro filtre aparatlı dijital slr fotoğraf makinesi ve 400 kat büyütme özelliğindeki dijital mikroskop ile çekilmiştir.

2.2. Farklı Bileme Açılarının Kesici Yüzey ve Ahşap Yüzeyine Olan Etkilerinin Araştırılması

Çalışmanın ikinci deneyi olan bu testlerde; kesici yüzey üzerindeki farklı bileme açılarının, kesici gereçler ve bu gereçlerin ağaç malzeme üzerindeki etkilerini görmek ve enstrüman yapımına en uygun bileme açılarını bulmak amaçlanmıştır.

Testte; öncelikle 6 numara standart rende ve sonrasında avuç (başağaç) rendesi kullanılmış, test yüzeyi olarak önceki testlerde olduğu gibi akçaağaç ve ladin ağaçları kullanılmıştır. Test ağaçları 6 numara rende için 50 cm. boyunda ve 4 cm. kalınlığında, avuç rendesi için 50 cm. boyunda ve 2,5 cm. kalınlığından parçalar olarak belirlenmiştir.

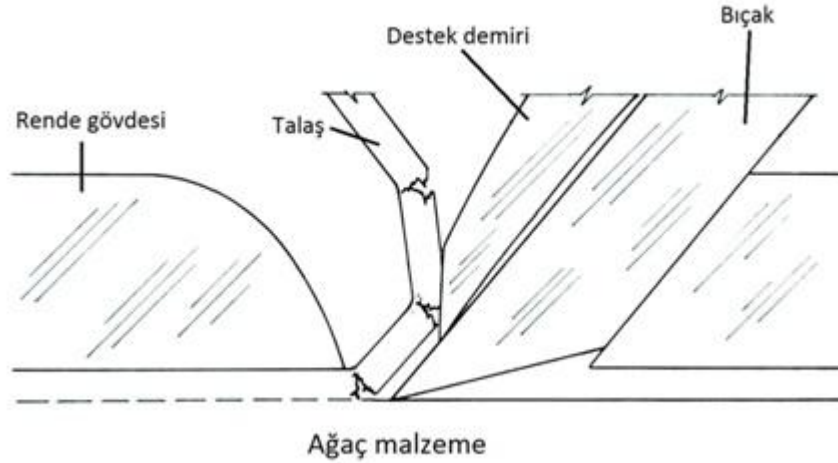
Testlerin hem 6 numara rende, hem de avuç rendesi ile yapılmasının nedeni bu iki rende tipinde kesici çelik yerleşiminin farklı olması ve bunun sonuçlara yansımalarıdır.



Şekil 39. Kesme İşleminde Açılar

Şekil 39. 'a göre kesme açısı yüzeyden çıkan bir dikle, kesici çelik arasında kalan alfa açısıdır.

Şekil 40.' da avuç rendesi dışındaki tüm rendelerin ve parmak rendelerinin bıçak yerleşimi görülmektedir. Bu yerleşimde kesici çelik, bilenmiş yüzeyi aşağıya bakacak şekilde sabitlenmiştir.



Şekil 40. Standart Rendelerin Bıçak Yerleşim Düzeni

Yukarıdaki yapıdaki rendelerde çelik hangi açıyla bilenirse bilensin, alfa açısında bir değişim olmayacaktır, çünkü bıçak sabit olarak rende üzerinde sabitlenmektedir. Bu tip rendelerde, kesici yüzeyin bilenme açısının yani beta açısının değişmesi, sadece serbest açıyı değiştirmektedir.

Avuç rendesinde ise kesici çelik yerleşimi farklıdır (**Şekil 41.**) Bu rendelerde kesici çeliğin bilenmiş yüzeyi yukarıya bakacak şekildedir. Bu durumda, çeliğin kesici yüzey açısında yapılacak değişiklikler, doğrudan kesme açısı olan alfa açısında değişiklikler yapacaktır.



Şekil 41. Avuç Rendelerinin Bıçak yerleşim Düzeni

Özetlendiği üzere iki farklı rende tipinde bıçak yerleşimlerinin farklı olmasından dolayı kesme açılarında, dolayısıyla sonuçlarda farklılıklar olacaktır. Bundan dolayı yapılan açı denemeleri hem 6 numara standart rende ile hem de bir avuç rende ile yapılmıştır. Bu testlerde kullanılan avuç rende $13,5^\circ$ bıçak eğimine sahip modeldir.

Kesici yüzeylerde test etmek üzere aşağıdaki dört farklı bileme açısı belirlenmiştir:

- $22,5^\circ$
- 25°
- $27,5^\circ$
- 30°

Bu açılar dışında kalan daha yüksek ya da düşük açılar; test için pratikliklerinin olmamasından dolayı kullanılmamıştır.

Tüm testlerdeki adımlar bir önceki deneydeki gibi uygulanmıştır. Öncelikle rendenin kesici çeliği belirlenmiş açıda bilenmiş, bu yeni bilenmiş çeliğin kesici yüzey kısmının makro ve 400 kat büyütülmüş mikroskopik fotoğrafları çekilmiştir. Ardından bu bıçak ile ağaç bir kez rendelenmiş ve yeni temiz yüzeyin makro fotoğrafı çekilmiştir.

Daha sonra sabit talaş kalınlığı alacak şekilde dayanıklılık testleri yapılmış ve bu testler rendenin bıçağı kesim yapamayacak kadar körelene kadar devam etmiştir. Bundan sonra yine aynı biçimde körelmiş rende bıçağının ve ağaç malzemenin fotoğrafları çekilmiştir.

Ladin ağacı kumlu bir ağaç olup kesici gereçleri çabuk köreltebilmesiyle birlikte; yumuşak bir ağaç olduğundan, körelmeye başlayan kesici gereçlerin kesici yüzeyleri fazla zedelenmeden kolayca kesime devam edebilmiştir. Bundan dolayı ladin üzerinde dayanıklılık testi yapılmamış, bunun yerine testler 100 pas ile sınırlı tutulmuş ve 100 sefer rendeleme sonrası sonuç fotoğrafları çekilmiştir.

Testlerin mümkün olduğu kadar tutarlı ve doğru sonuçlar verebilmesi açısından tüm testlerde:

- aynı rende,
- aynı rende çeliği,
- sabit 1000 kum seramik bileme taşı,
- 0,05 mm. sabit talaş kalınlığı,
- aynı test yüzeyleri,

kullanılmış, değişen sadece bileme açıları olmuştur. Ayrıca sonuçların doğruluğu açısından her test 3 kez tekrarlanmış ve değerlerin ortalaması alınmıştır.

Bileme işlemleri, önceki testlerde de kullanılan aynı bileme aparatı ile 1000 kum seramik taşla yapılmış ve bileme açıları açılölçer ile kontrol edilmiştir.

Testler sonrası çelikte en iyi dayanıklılığı ve ağaç malzeme üzerinde en rahat ve temiz kesimi sağlayan bileme açısı, en ideal açı olarak belirlenmiştir.

2.3. Farklı Çelik Tiplerinin Ahşap Malzemede Karşılaştırmalı Kullanımları

Çalışmanın üçüncü ve son deneyi olan bu testlerde, sert ve yumuşak ağaçlarla çalışırken, farklı kimyasal yapıda ve farklı sertlikteki çeliklerin, pratik kullanımda birbirleri ile ne gibi farkları olabileceği araştırılmıştır.

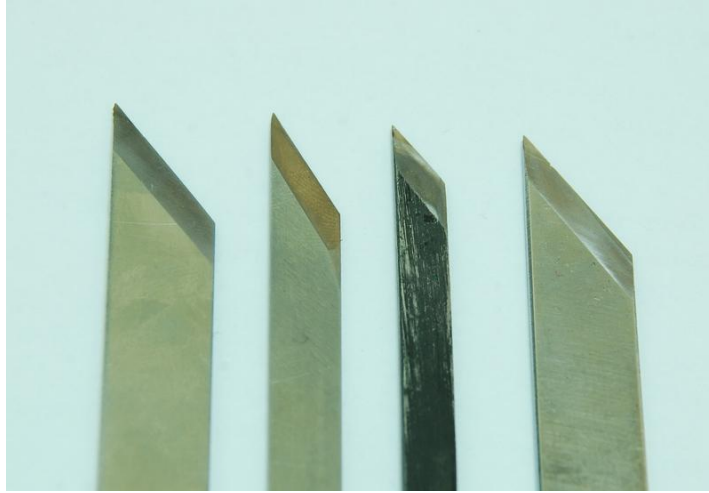
Bu test için 4 farklı çelik tipinde bıçak, belirlenmiş bir açıyla aynı bileme taşında bilenmiş, bunlar ile akçaağaç ve ladin ağacı üzerinde belirli kesimler yapılmış, daha sonra yeni bilenmiş halleri ile körelmiş hallerinin makro ve mikroskop fotoğrafları çekilmiştir.



Resim 39. 2 mm. Kalınlığındaki Test Parçaları

Testlerde denemek üzere aşağıdaki dört farklı elik yapısındaki bıçaklar kullanılmıştır:

- D2 soğuk iş takım eliği (~64 Hrc)
- HSS takım eliği (~65 - 66 Hrc)
- Yüksek karbonlu saf karbon eliği (~64 Hrc)
- Yüksek alaşımlı paslanmaz elik (~59 - 60 Hrc)



Resim 40. Testlerde Kullanılan çeşitli çeliklerden üretilmiş Bıçaklar

Rockwell sertlik verileri üretici verileridir. Test yüzeyleri olarak 50 cm. boyunda ve 2 mm. kalınlığında akçaağaç ve ladin test parçaları kullanılmıştır.



Resim 41. Test Çıtalarının Ölçümü

Testlerin mümkün olduğu kadar tutarlı ve doğru sonuçlar verebilmesi açısından tüm testlerde:

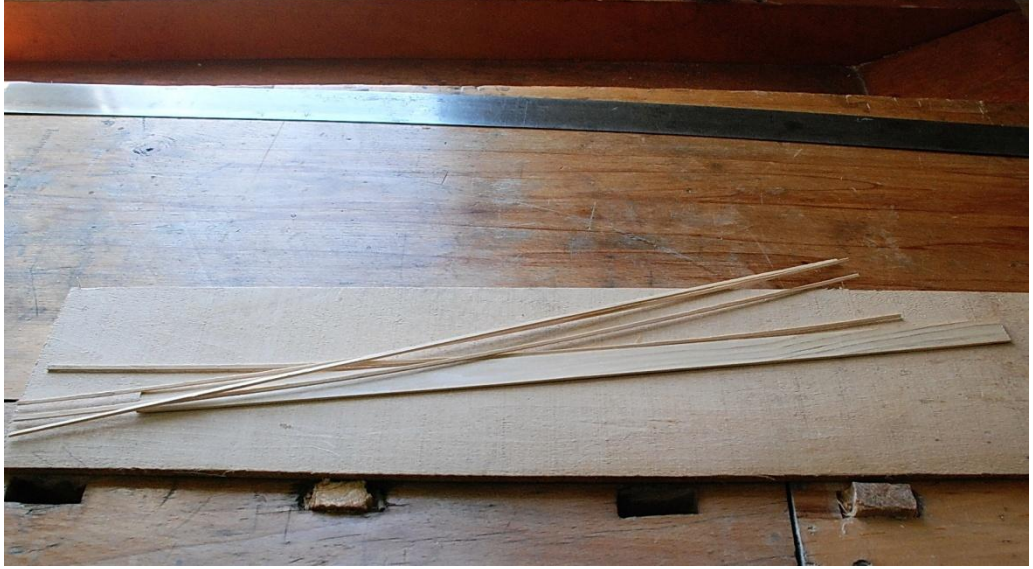
- aynı test yüzeyleri
- sabit 25° kesme yüzeyi açısı

kullanılmış ve tüm testler aynı şekilde uygulanmıştır. Testler için deney parçalarından onar adet çıta kesilmiştir. Tüm kesimlerin bitmesinin ardından aşınmış kesici yüzeyin fotoğrafı, yeni bilenmiş haliyle karşılaştırılmıştır.



Resim 42. Uygulanan Kesim Metodu

Tüm deneyler, öncelikle ladin, daha sonra akçaağaç parçalar kesilerek yapılmıştır. Bu sayede önce yumuşak olan ladin kesen çeliğin, akçaağaca geldiğinde hala iyi bir keskinlikte olması sağlanmıştır.



Resim 43. Kesilen Test Parçaları

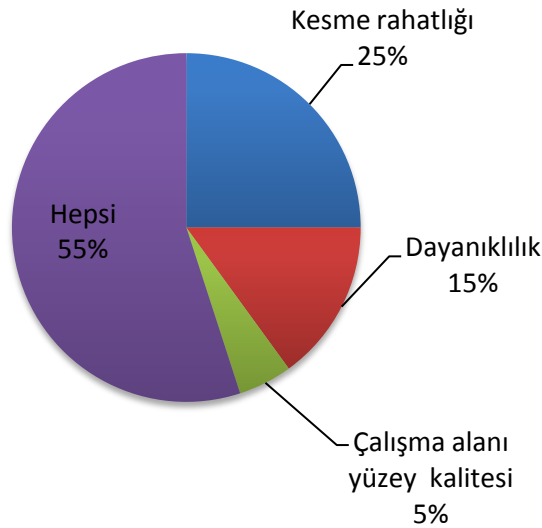
Elde edilen fotoğraflar, testler sırasında alınan notlar ile birlikte karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş, sonuç olarak bu dört farklı çelik tipinden çalgı yapım sanatında kullanılmak için en uygun olanının hangisi olduğu belirlenmiştir.

BULGULAR VE YORUM

1. ENSTRÜMAN YAPIM MESLEĞİNDE KULLANILAN KESİCİ EL ALETLERİ TEKNİK DEĞERLENDİRMESİ ANKETİ SONUÇLARI

Soru 1: Kullanılan kesici el aletlerinde kesim rahatlığı, kesici ağız dayanıklılığı, ağaç malzeme üzerinde kesim temizliği gibi konulardan hangisi sizin için en önemlisidir?

Kesici el aletleri ile çalışırken hangisi sizin için en önemlidir?

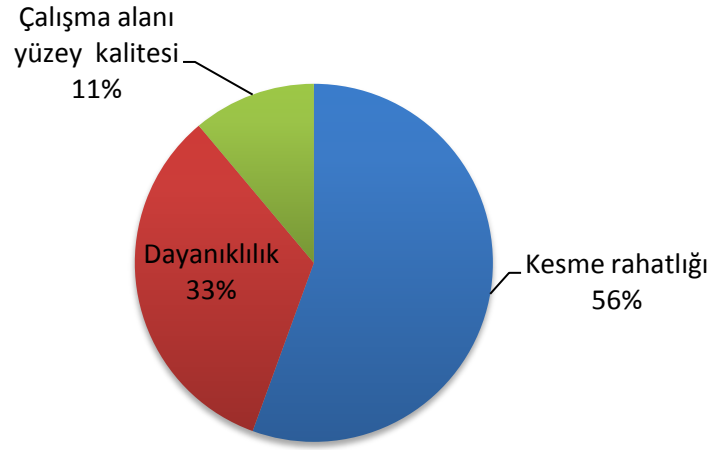


Şekil 42. Kesici El Aletleri Kullanımında Önemlilik Grafiği

Ankete katılanların % 55'i kesim rahatlığı, kesici gereç dayanıklılığı ve kesim temizliği gibi konuların hepsinin aynı şekilde önemli olduğunu düşünmektedir.

% 25'lik bir kısım için en önemlisi kullanılan el aletinin kesme rahatlığı, % 15'lik bir kısım içinse dayanıklılık en önemli konudur. Sadece % 5 'lik bir grup ağaç üzerinde yüzey kalitesini en önemlisi olarak görmektedir.

Kesici el aletleri ile çalışırken hangisi sizin için en önemlidir?



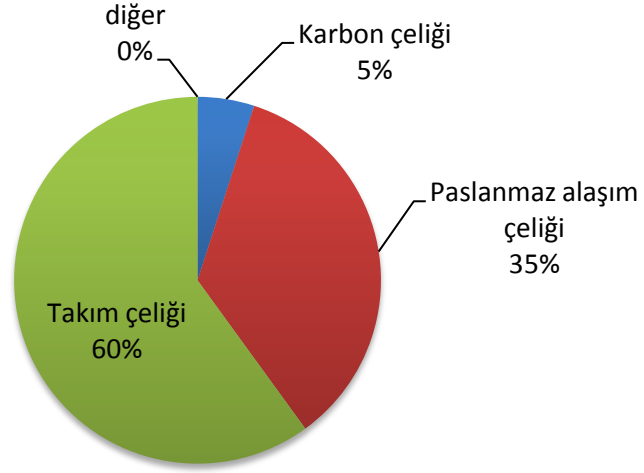
Şekil 43. Kesici El Aletleri Kullanımında Önemlilik Grafiği 2

Buna göre hepsi seçeneğini seçenleri çıkardığımızda; ağaç malzeme üzerindeki yüzey kalitesinin en önemli olduğunu düşünenlerin oranının, kesici el aletinin rahat kesim yapıp, dayanıklı olmasının daha önemli olduğunu düşünenlerin oranına göre oldukça düşük olduğu görülmektedir. (**Şekil 43.**)

Bu oran $\% 11 < \% 89$ olarak olarak görülmektedir. Buradan yapımcıların çoğunluğu için öncelikle kullandıkları kesici el aletlerinin işe uygunluğunun en önemli konu olduğu anlaşılmaktadır.

Soru 2: Sahip olduğunuz kesici el aletleri çoğunlukla hangi tip çelikten üretilmiş gereçlerdir?

Kullandığınız kesici el aletleri çoğunlukla hangi tip çelikten yapılmış gereçlerdir?



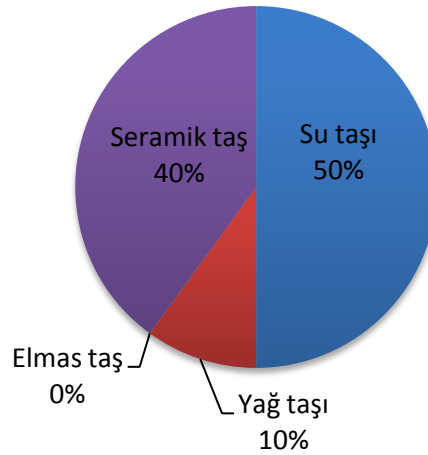
Şekil 44. Kullanılan Gereçlerdeki Çelik Tercihleri Grafiği

Bu soruya verilen yanıtlara göre takım çelikleri ve paslanmaz alaşım çelikleri çoğunluğu oluşturmaktadır.

Yapımcıların % 60'ı çoğunlukla takım çeliklerinden yapılmış kesici el aletleri kullanırken, kalan % 35'lik kısmı çoğunlukla paslanmaz alaşım çeliklerinden yapılmış kesici el aletleri kullanmaktadırlar. Kalan % 5'lik kesim çoğunlukla karbon çeliğinden oluşan kesici el aletlerine sahiptir.

Soru 3: Çalışmalarınızda hangi bileme taşları ile en iyi sonucu alıyorsunuz?

Hangi tip bileme taşı ile en iyi sonuçları alıyorsunuz?



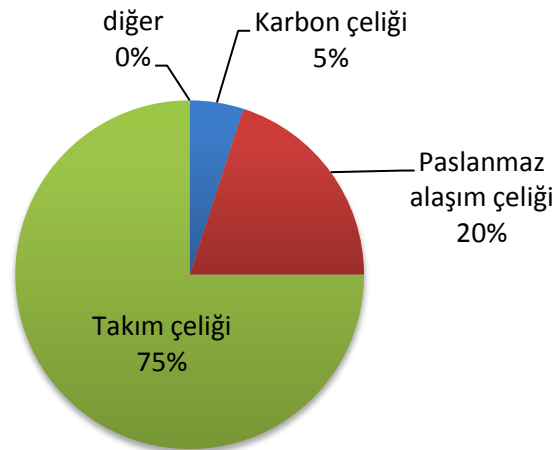
Şekil 45. Bileme Taşları Tercihleri Grafiği

Anket sonuçlarına göre seramik taş ve su taşı yakın oranlarla çoğunluğu oluşturmaktadır.

Ankete katılanların % 50'si en iyi sonuç aldıkları taş olarak su taşını seçmiştir. % 40'lık bir kesim seramik taş ile en iyi sonucu almaktadırlar. % 10'luk bir kesim yağ taşı ile en iyi sonucu almaktadırlar. En iyi sonuç almak adına elmas taşları seçen olmamıştır.

Soru 4: Akçaağaç ve benzeri sert yapılı ağaçlarda hangi tip çelikten yapılmış el aletleri ile en iyi sonucu alıyorsunuz?

Akçaağaç ve benzeri ağaçlarla çalışırken hangi çelik tipinden yapılmış el aletleri ile en iyi sonucu alıyorsunuz?

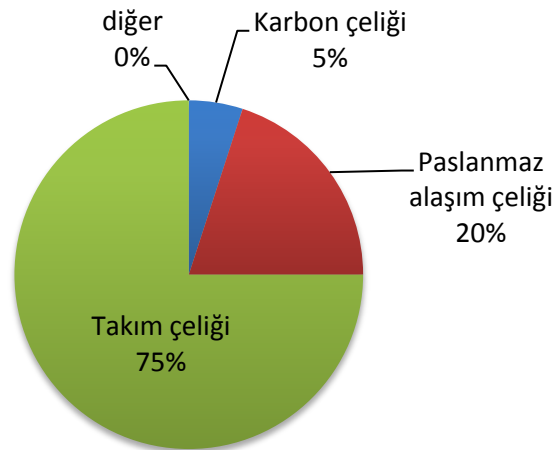


Şekil 46. Akçaağaç ve Benzeri Ağaçlarda Çelik Tercihleri Grafiği

Ankete katılanların % 75’lik büyük bir kısmı akçaağaç ve benzeri ağaçlarda en iyi sonuç aldıkları çelik olarak takım çeliklerini seçmişlerdir. % 20’lik bir kısım paslanmaz alaşım çeliği ile, kalan % 5’lik kısım karbon çelikleri ile en iyi sonuçları almaktadırlar.

Soru 5: Ladin ve benzeri yumuşak yapılı ağaçlarda hangi tip çelikten yapılmış el aletleri ile en iyi sonucu alıyorsunuz?

Ladin ve benzeri ağaçlarla çalışırken hangi çelik tipinden yapılmış el aletleri ile en iyi sonucu alıyorsunuz?

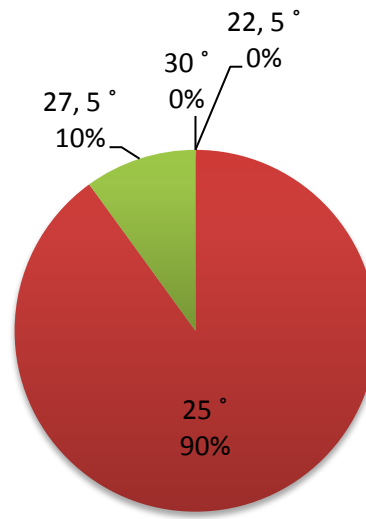


Şekil 47. Ladin ve Benzeri Ağaçlarda Çelik Tercihleri Grafiği

Bu sorunun sonucu akçaağaç ile ilgili sorunun aynı değerlerini vermiştir. Ankete katılanların % 75’lik büyük bir kısmı ladin ve benzeri ağaçlarda, en iyi sonuç aldıkları çelik olarak takım çeliklerini seçmişlerdir. % 20’lik bir kısım paslanmaz alaşım çeliği ile, kalan % 5’lik kısım karbon çelikleri ile en iyi sonuçları almaktadırlar.

Soru 6: Akçaağaç ve benzeri sert ağaçlarla çalışırken hangi bileme açısıyla en iyi sonucu alıyorsunuz?

Akçaağaç ve benzeri ağaçlarla çalışırken hangi bileme açısıyla en iyi sonucu alıyorsunuz?

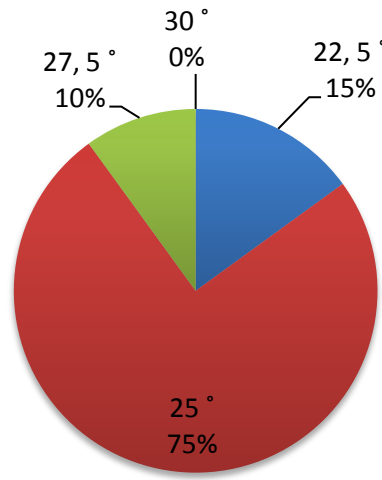


Şekil 48. Akçaağaç ve Benzeri Ağaçlarda Bileme Açısı Tercihleri Grafiği

Buna göre ankete katılanların % 90'lık büyük bir kısmı akçaağaç ve benzeri ağaçlarda 25° ile en iyi sonuçları almaktadırlar. Kalan % 10'luk kesim 27, 5° derece ile en iyi sonucu almaktadırlar. Diğer iki açığı seçen olmamıştır.

Soru 7: Ladin ve benzeri ağaçlarla çalışırken hangi bileme açısıyla en iyi sonucu alıyorsunuz?

Ladin ve benzeri ağaçlarla çalışırken hangi bileme açısıyla en iyi sonucu alıyorsunuz?

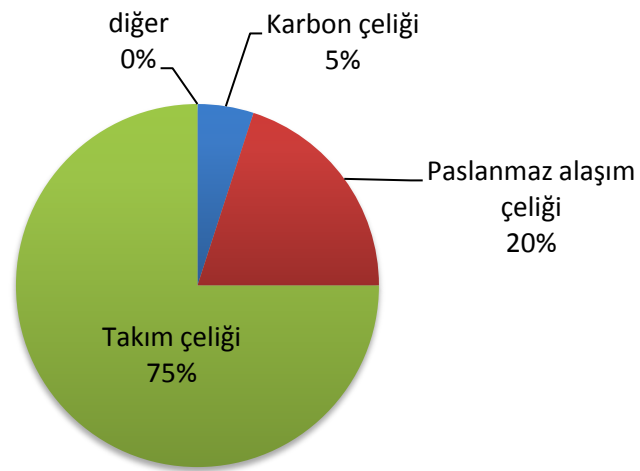


Şekil 49. Ladin ve Benzeri Ağaçlarda Bileme Açısı Tercihleri Grafiği

Ankete katılanların % 75'i ladin ve benzeri ağaçlarda 25° ile en iyi sonuçları almaktadırlar. % 15'i 22, 5° ile kalan % 10'luk kesim 27, 5° derece ile en iyi sonucu almaktadırlar. 30° açığı seçen olmamıştır.

Soru 8: Size göre çalgı yapım sanatı için genel olarak hangi çelik tipinden yapılmış kesici el aletleri en uygunudur?

Sizce çalgı yapım sanatı için hangi çelikten üretilmiş kesici el aletleri genel olarak en uygunudur?

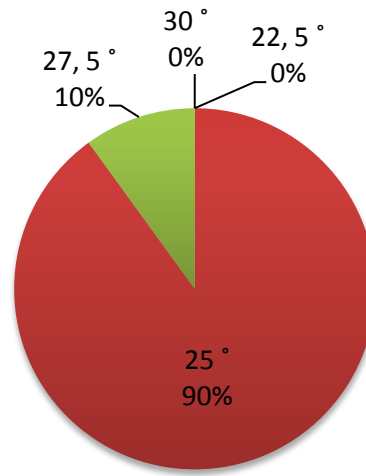


Şekil 50. Çalgı Yapım Sanatına Yönelik Kullanılan Kesici El Aletlerinde Genel Çelik Tercihleri Grafiği

Katılanların % 75’lik büyük bir kısmına göre; çalgı yapım sanatı için en uygun el aletleri takım çeliğinden yapılmış olanlardır. % 20’lik bir kesime göre paslanmaz alaşım çeliği, kalan % 5’lik kesime göre karbon çeliğinden yapılmış kesici el aletleri en uygunudur.

Soru 9: Size göre çalgı yapım sanatı için kullandığınız kesici el aletlerinde genel olarak hangi bileme açısı en uygunudur?

Sizce çalgı yapım sanatında kullanılan kesici el aletlerinde hangi bileme açısı genel olarak en uygunudur?



Şekil 51. Çalgı Yapım Sanatına Yönelik Kullanılan Kesici El Aletlerinde Genel Bileme Açısı Tercihleri Grafiği

Katılanların % 90'lık büyük bir kısmına göre; çalgı yapım sanatında kullanılan kesici el aletlerinde en uygun bileme açısı 25° dir. % 10'luk bir kesime göre 27, 5° en uygun açıdır. Diğer iki açığı seçen olmamıştır.

Anket sonuçlarına bakıldığında; çelik tipi olarak takım çeliklerinin diğer çeliklere göre daha fazla tercih edildiği görülmüştür. Takım çeliklerini, paslanmaz alaşım çelikleri izlerken, karbon çeliklerinin fazla tercih edilmediği ortaya çıkmıştır.

Yapımcıların büyük bir çoğunluğu için kesme rahatlığı, kesme dayanıklılığı ve yüzey temizliği gibi konuların hepsi birlikte önemlidir. Ancak tek başına kesme rahatlığının en önemli kriter olarak seçildiği görülmüştür.

Ayrıca yapımcıların bir kısmı için; kullandıkları gerecin kesme rahatlığı ve dayanıklılığı, çalışılan ağaç üzerindeki yüzey kalitesinden daha önemlidir. Bu da; yapımcıların öncelikle kullandıkları kesici gerece, daha sonra çalışma yüzeyine odaklandıklarını göstermiştir.

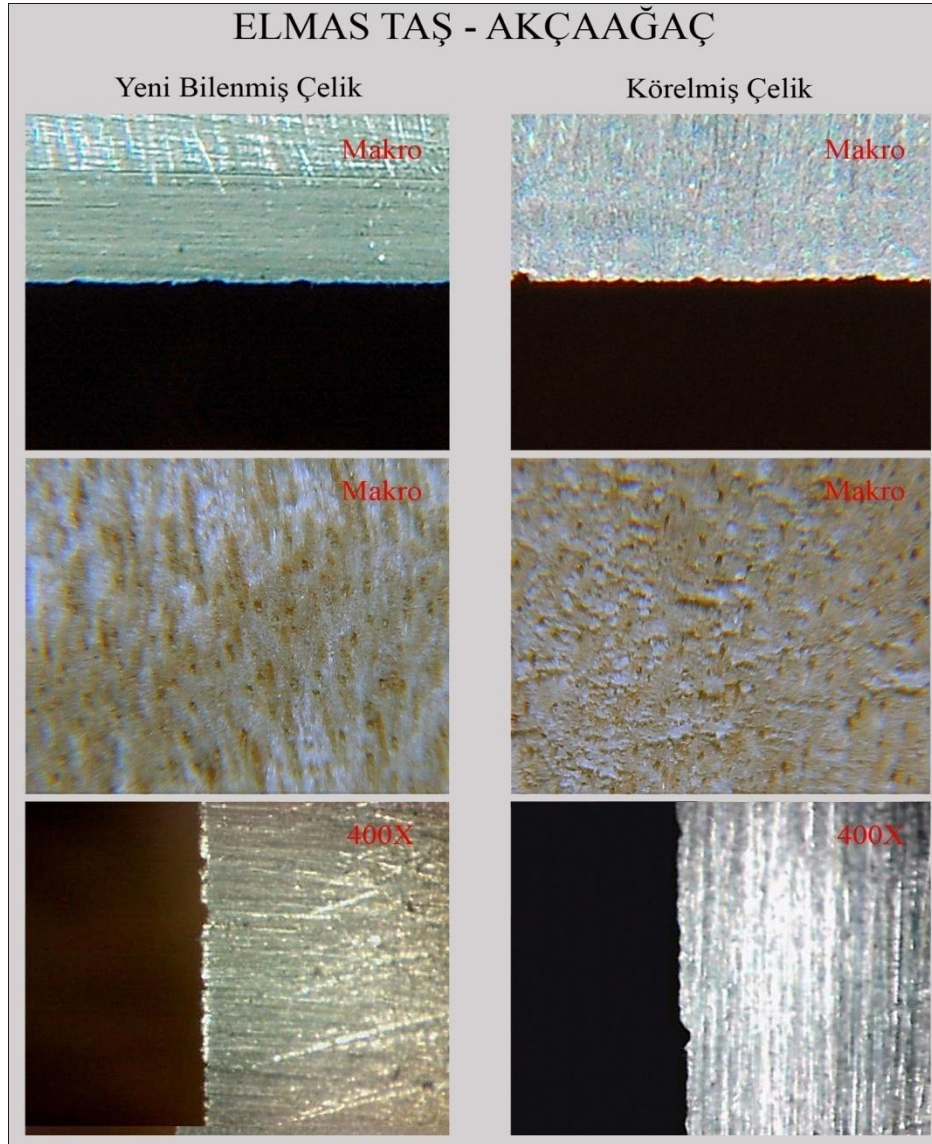
Ankete katılanların büyük bir kısmı sırasıyla su taşları ve seramik taşlar ile en iyi sonuçları almaktadırlar. Yağ taşlarını küçük bir kesim seçerken, elmas taşlarını seçen olmamıştır.

Genel olarak; gerek sert, gerek yumuşak yapılı ağaçlar için yapımcıların büyük çoğunluğu 25° bileme açısı ile en iyi sonuçları almaktadırlar. Bunu düşük oranlarla 27, 5° ve 22, 5° takip etmekteyken, 30° bileme açısının hiç bir durumda tercih edilmediği görülmüştür.

Özetle; anket sonuçlarına göre; yapımcıların büyük çoğunluğu, takım çeliğinden yapılmış, su taşı ya da seramik taş ile 25° de bilenmiş kesici el aletleri ile en iyi sonuçları almaktadırlar.

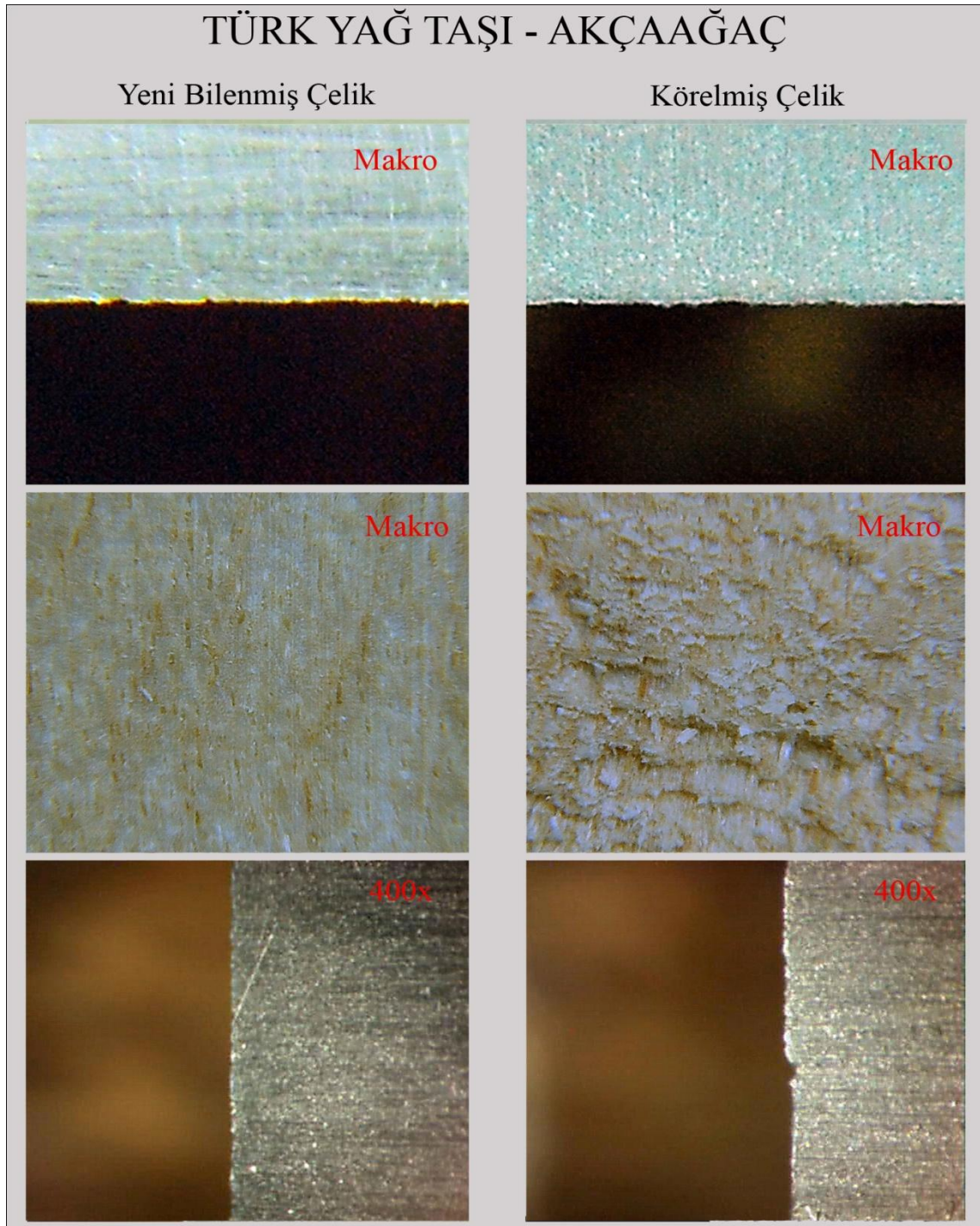
2. BİLEME TAŞLARININ KESİCİ YÜZEY VE AHŞAP YÜZEYİNE OLAN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

2.1. Akçaağaç Üzerinde Yapılan Test Sonuçları



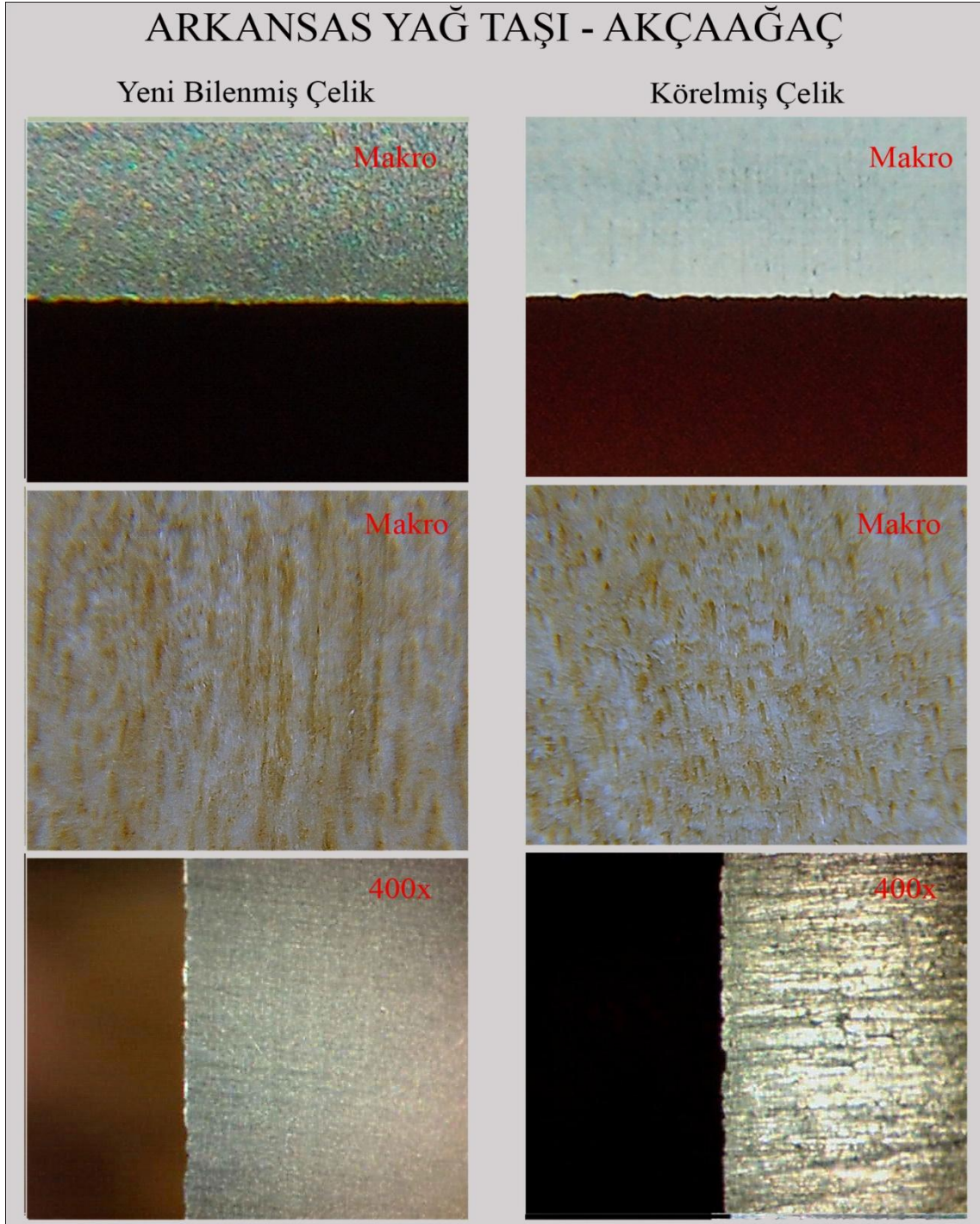
Resim 44. Elmas Taş ile Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar

Resim 44.' de Elmas bileme taşının sonuçları görülmektedir. Tüm taşlar arasındaki en düşük kumlu ve agresif aşındırma yapan elmas taş, bileme sonrası çelikte kötü ve çapaklı bir kesici yüzey bırakmıştır. Rendeleme işlemi zor ve güç gerektirmektedir. Çelik çabuk körelmiş ve sonuçta ağaç yüzeyinde pürüzlenmeler biçiminde kötü bir yüzey bırakmıştır. Körelen kesici yüzeyde yer yer kopmalar görülmüştür. Bu testte; çelik ortalama 35 metre rendeleme sonrası körelip, kesim yapamaz hale gelmiştir.



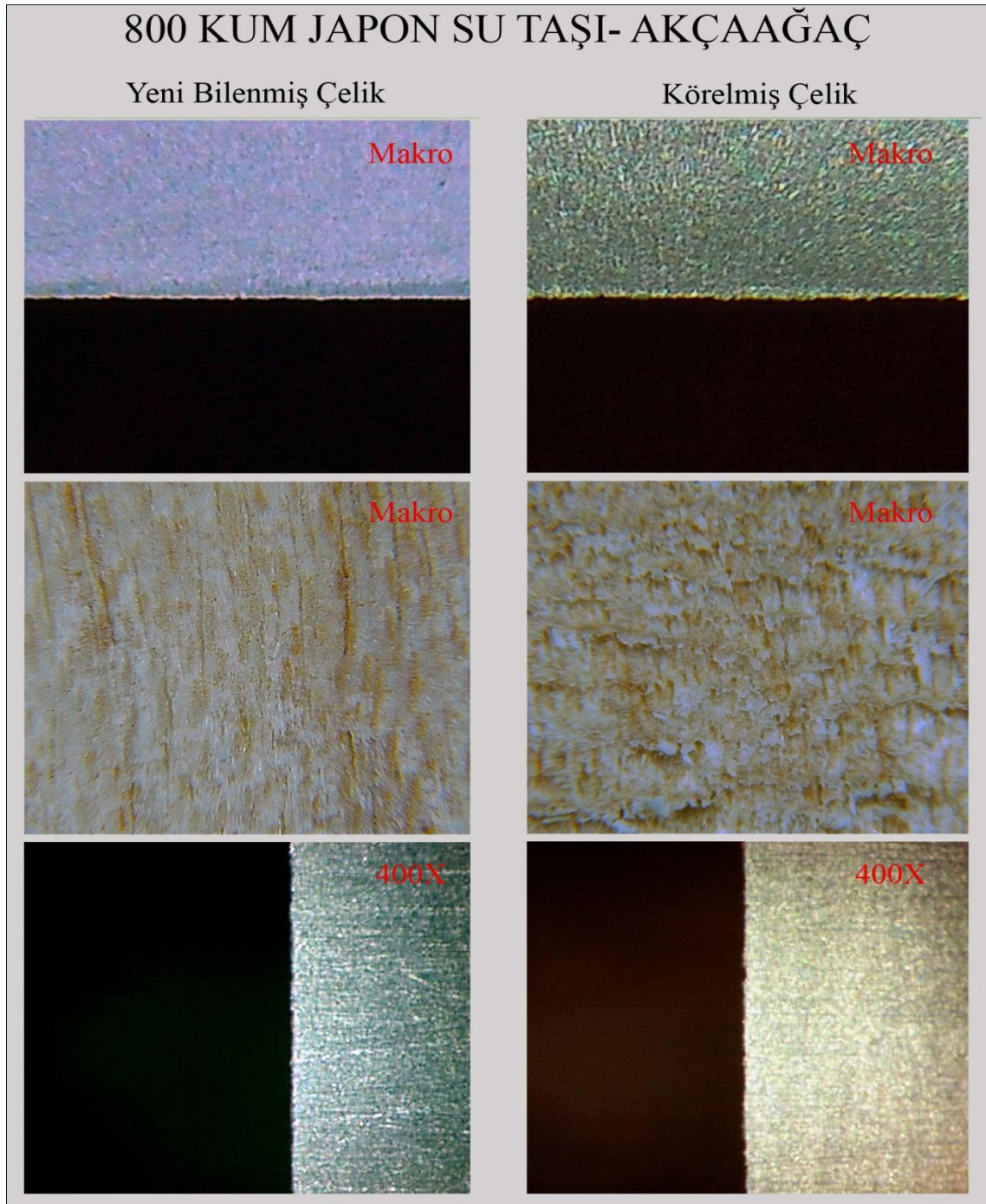
Resim 45. Türk Yağ Taşı ile Akçağaç Üzerindeki Sonuçlar

Resim 45.' te Türk yağ taşının sonuçları görülmektedir. Türk yağ taşı ikinci en hızlı ve agresif aşındırma yapan taş olmuştur. Bileme sonrası çelikte kötü ve çapaklı bir kesici yüzey bırakmıştır. Rendeleme işlemi orta derece zor ve güç gerektirmektedir. Çelik çabuk körelmiş ve sonuçta ağaç yüzeyinde büyük pürüzlenmeler biçiminde kötü bir yüzey bırakmıştır. Körelen kesici yüzeyde yer yer kopmalar görülmüştür. Bu testte; çelik ortalama 41 metre rendelege sonrası çelik körelip, kesim yapamaz hale gelmiştir.



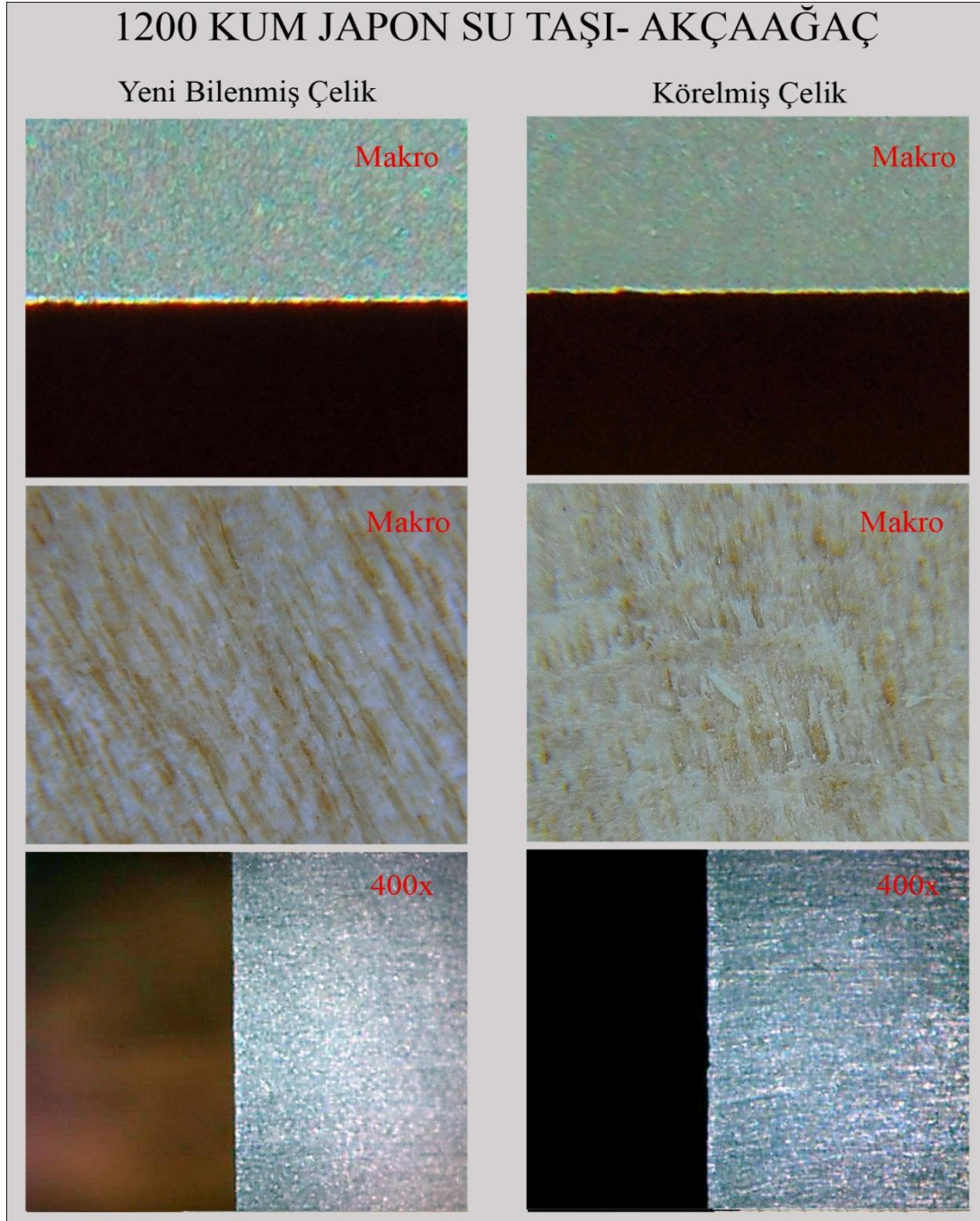
Resim 46. Arkansas Yağ Taşı ile Akçağaç Üzerindeki Sonuçlar

Resim 46.' da Arkansas yağ taşının sonuçları görülmektedir. Arkansas yağ taşı orta derecede temiz bileme yapmıştır. Bileme sonrası çelikte iyi ve az kılğılı bir kesici yüzey bırakmıştır. Resimlerdeki çapaklar gözle çok zor görülmektedir. Rendeleme işlemi rahat olmuştur. Çelik çabuk körelmeden, ağaç üzerinde oldukça temiz sonuç vermiştir. Körelen kesici yüzeyde yer yer kopmalar görülmüştür. Bu testte; çelik ortalama 55 metre rendeleme sonrası körelip, kesim yapamaz hale gelmiştir.



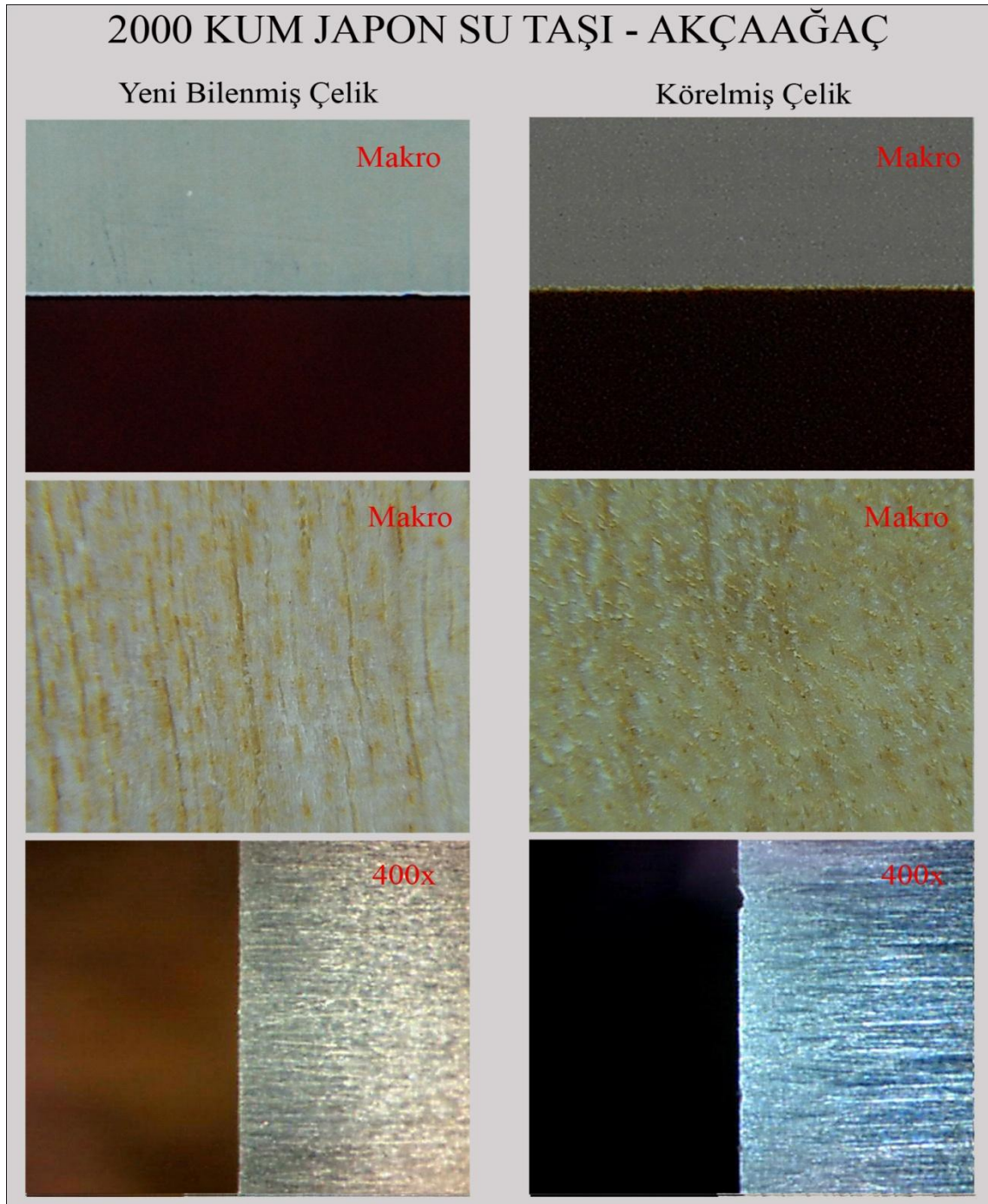
Resim 47. 800 Kum Japon Su Taşı ile Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar

Resim 47.' de 800 kum Japon su taşının sonuçları görülmektedir. Taş çok temiz bileme yapmıştır. Bileme sonrası çelikte iyi ve az kılâğılı bir kesici yüzey bırakmıştır. Resimlerdeki çapaklar gözle görülememektedir. Rendeleme işlemi rahat olmuştur. Çelik çabuk körelmeden, ağaç üzerinde başlarda temiz sonuç vermiş, sonra hızlıca kalite düşmüştür. Körelen kesici yüzey fazla aşınmadan temiz kalmıştır. Bu testte; çelik ortalama 40 metre rendelege sonrası körelip, kesim yapamaz hale gelmiştir. Bunun ilk 20 metre sonrası yüzey kalitesi hızla kötüleşmiştir.



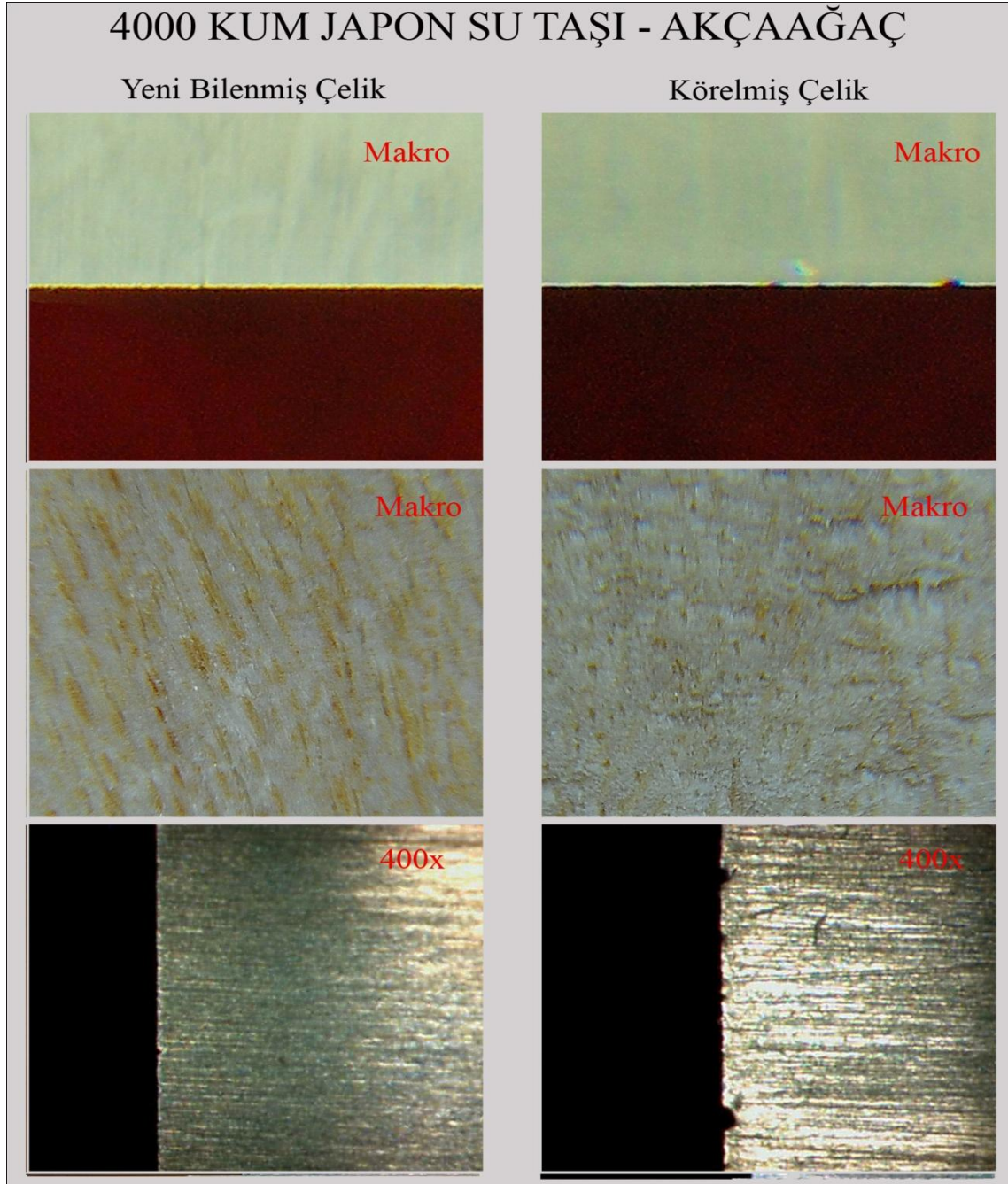
Resim 48. 1200 Kum Japon Su Taşı ile Akçağaç Üzerindeki Sonuçlar

Resim 48.' de 1200 kum Japon su taşının sonuçları görülmektedir. Taş çok temiz bileme yapmıştır. Bileme sonrası çelikte çok iyi ve az kılğılı bir kesici yüzey bırakmıştır. Resimlerdeki çapaklar gözle görülememektedir. Rendeleme işlemi çok rahat olmuştur. Çelik çabuk körelmeden, ağaç üzerinde oldukça temiz sonuç vermiştir. Körelen kesici yüzey fazla aşınmadan temiz kalmıştır. Bu testte; çelik ortalama 85 metre rendelege sonrası körelip, kesim yapamaz hale gelmiştir. Buna göre testin en iyi ikinci taşı olmuştur.



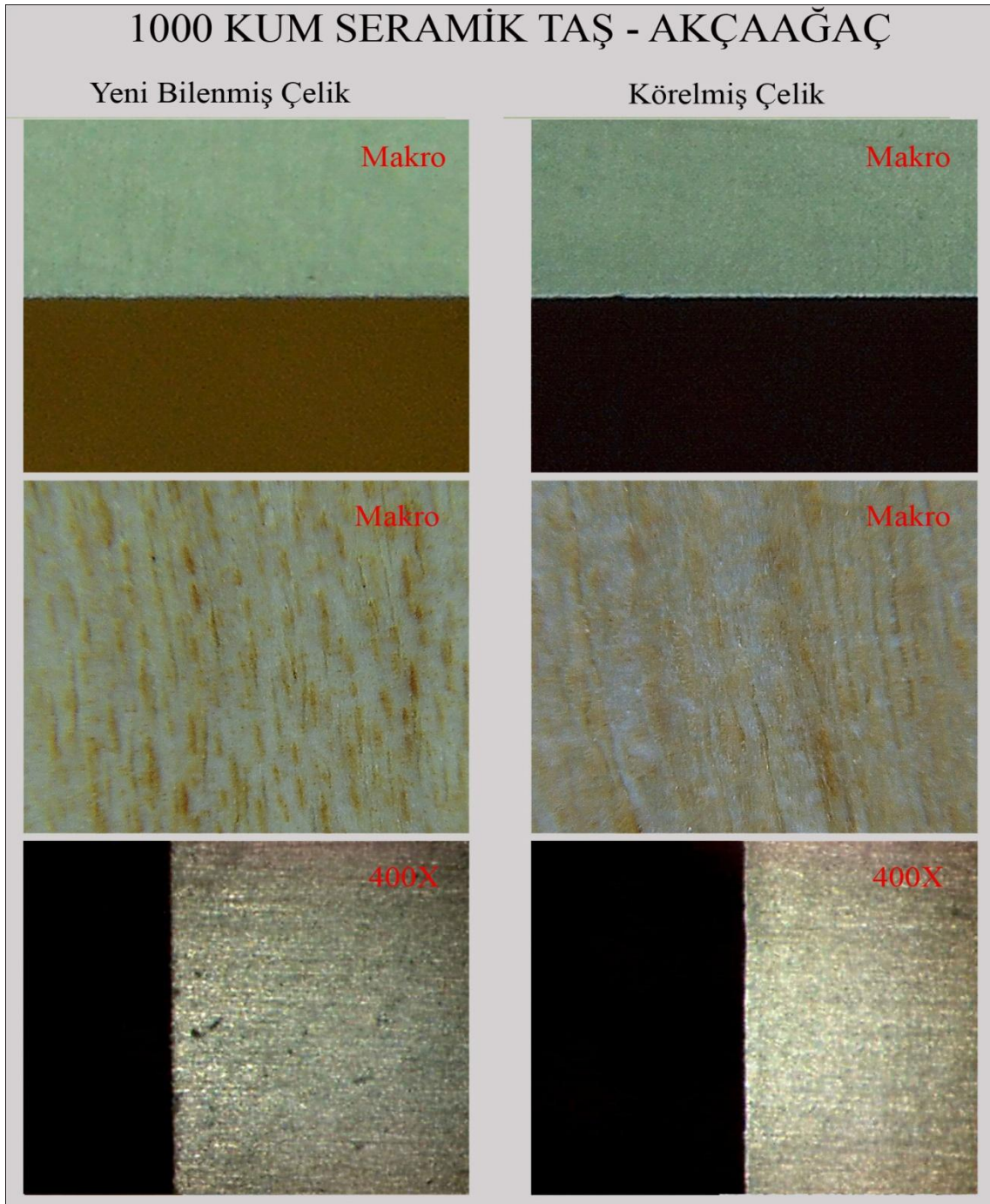
Resim 49. 2000 Kum Japon Su Taşı ile Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar

Resim 49.’ da 2000 kum Japon su taşının sonuçları görülmektedir. Taş çok temiz bileme yapmıştır. Bileme sonrası çelikte çok iyi ve az kilağılı bir kesici yüzey bırakmıştır. Resimlerdeki çapaklar gözle görülememektedir. Rendeleme işlemi zor ve dengesizdir. Çelik çok çabuk körelmiş ve ağaç üzerinde oldukça dengesiz ve yer yer dalgalanmalar ve küçük pürüzlenmeler şeklinde kötü sonuç vermiştir. Körelen kesici yüzey orta derecede aşınmıştır. Bu testte; çelik ortalama 23 metre rendeleme sonrası körelip, kesim yapamaz hale gelmiştir.



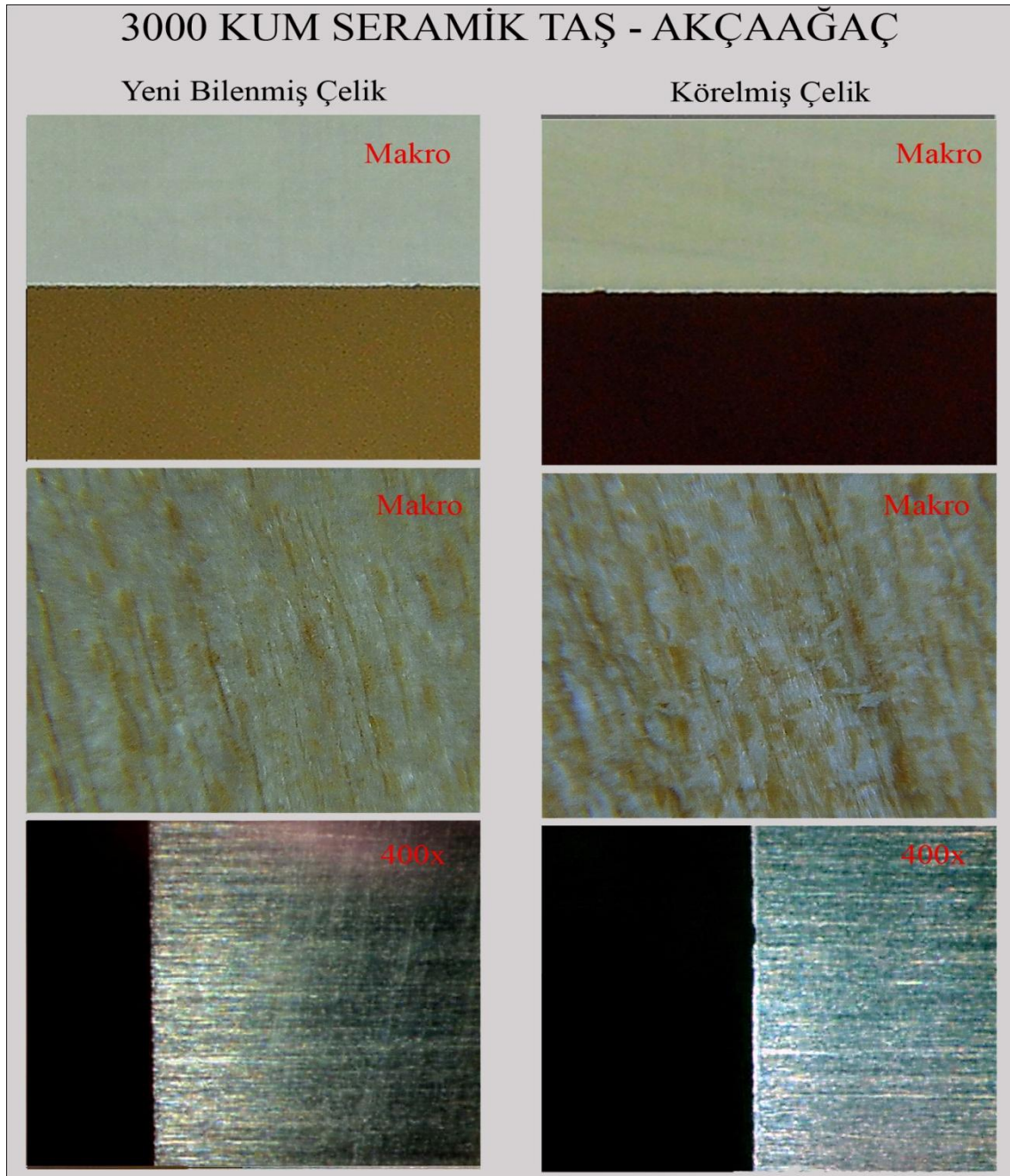
Resim 50. 4000 Kum Japon Su Taşı ile Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar

Resim 50.’ de 4000 kum Japon su taşının sonuçları görülmektedir. Taş çok temiz bileme yapmıştır. Bileme sonrası çelikte çok iyi ve az kilağılı bir kesici yüzey bırakmıştır. Resimlerdeki çapaklar gözle görülememektedir. Rendeleme işlemi orta derecede zor olmuştur. Çelik çabuk körelmiş ve ağaç üzerinde baştan itibaren pürüzlenmeler şeklinde kötü sonuç vermiştir. Körelen kesici yüzey kötü şekilde aşınmış ve kesici yüzeyde kilağı ve çapaklar oluşmuştur. Bu testte; çelik ortalama 36 metre rendelege sonrası körelip, kesim yapamaz hale gelmiştir.



Resim 51. 1000 Kum Seramik Taş ile Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar

Resim 51.' de 1000 kum seramik bileme taşının sonuçları görülmektedir. Taş çok temiz bileme yapmıştır. Bileme sonrası çelikte iyi ve az kilağılı bir kesici yüzey bırakmıştır. Resimlerdeki çapaklar gözle görülememektedir. Rendeleme işlemi tüm taşlar arasında en iyisi olarak çok rahat olmuştur. Çelik çabuk körelmeden, ağaç üzerinde yine testteki en temiz sonuçları vermiştir. Körelen kesici yüzey fazla aşınmadan temiz kalmıştır. Bu testte; çelik ortalama 109 metre rendelegeleme sonrası körelip, kesim yapamaz hale gelmiştir. Buna göre testin en başarılı taşı olmuştur.



Resim 52. 3000 Kum Seramik Taş ile Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar

Resim 52.' de 3000 kum seramik bileme taşının sonuçları görülmektedir. Taş çok temiz bileme yapmıştır. Bileme sonrası çelikte çok iyi ve az kılağılı bir kesici yüzey bırakmıştır. Resimlerdeki çapaklar gözle görülememektedir. Rendeleme işlemi çok rahat olmuştur. Çelik çabuk körelmeden, ağaç üzerinde çok temiz sonuç vermiştir. Körelen kesici yüzey fazla aşınmadan temiz kalmıştır. Bu testte; çelik ortalama 60 metre rendeleme sonrası körelip, kesim yapamaz hale gelmiştir. Buna göre testin en başarılı üçüncü taşı olmuştur.

Akçaağaç üzerindeki sonuçlara göre en başarılı bileme taşları sırasıyla:

1. 1000 kum Seramik bileme taşı
2. 1200 kum Japon su taşı
3. 3000 kum Seramik bileme taşı

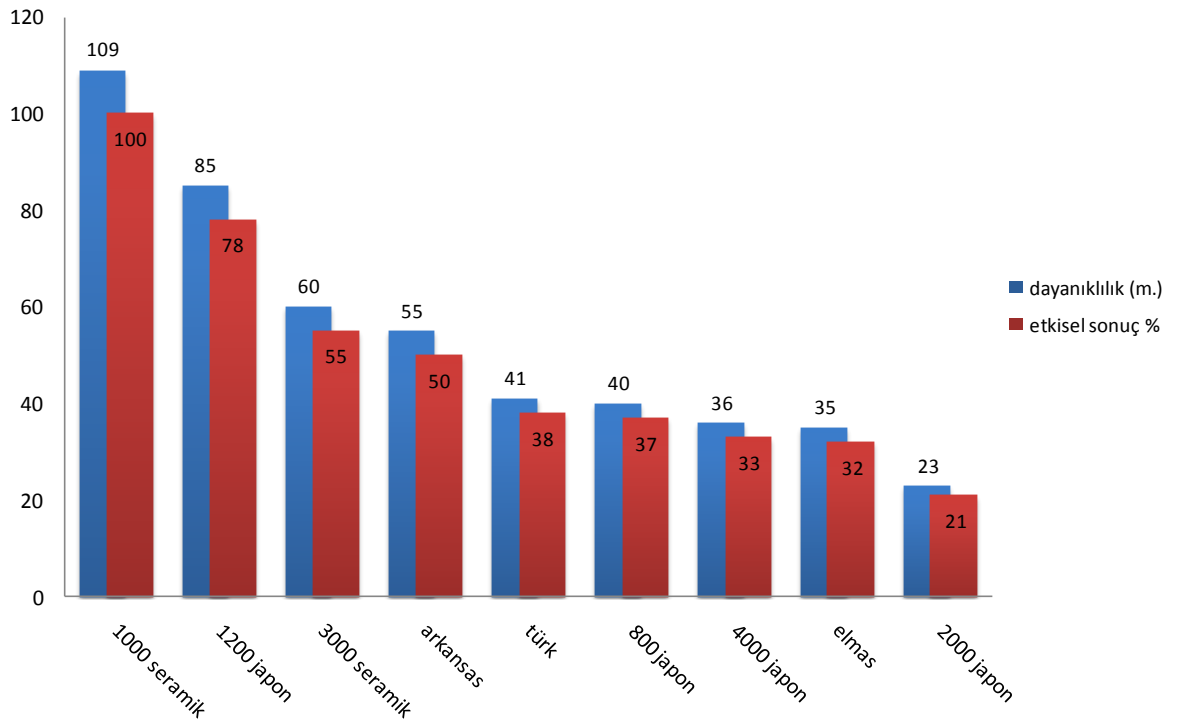
olmuştur. Bu üç taş da, son derece temiz ve rahat kesimler yapılabilmesine olanak sağlamıştır. Bu taşlarla bilenen kesici çelik, uzun süre kesiciliğini muhafaza edebilmiştir.

2000 ve 4000 kum Japon su taşları hızlı bileme yapıp, kesici yüzeyi çok keskin yapmışlardır. Ancak bundan dolayı çok fazla incelen kesici yüzey vasat sonuçlara neden olmuştur. Özellikle 2000 kum su taşında kesim baştan itibaren tutarsız ve dengesiz olmuş, kesici çelik ağaç üzerinde sağlam ve dengeli bir ilerleyiş gösterememiştir. 4000 kum su taşı daha iyi olmakla beraber ağaç üzerindeki baştan itibaren kötü sonucuyla kötü bir performans vermiştir. Yukarıdaki ilk 3'ü en yakından takip eden taş, ortalamanın üstü kesim rahatlığı ve yüzey kalitesiyle Arkansas yağ taşı olmuştur.

Tablo 29. 'da taşların akçaağaç üzerindeki sonuçlarının iyiden kötüye doğru kıyaslaması vardır.

	Bileme Taşı	Bileme (çelik)	Yüzey kalitesi (ağaç)	Kesim rahatlığı (Akçaağaç)	Dayanıklılık (rendeleme m)	Yorum
1.	1000 Seramik	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	109	Başarılı
2.	1200 Japon	Çok iyi	İyi	Çok iyi	85	Başarılı
3.	3000 Seramik	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	60	Başarılı
4.	Arkansas	İyi	İyi	İyi	55	Yetersiz
5.	Türk	Orta	Orta	Orta	41	Vasat
6.	800 Japon	İyi	Orta	İyi	40	Vasat
7.	4000 Japon	Çok İyi	Kötü	Orta	36	Kötü
8.	Elmas	Kötü	Kötü	Kötü	35	Kötü
9.	2000 Japon	Çok İyi	Kötü	Kötü	23	Kötü

Tablo 29. Bileme Taşlarının Akçaağaç Üzerindeki Sonuçları



Tablo 30. Akçaağaç Üzerinde Bileme Taşları Dayanıklılık İstatistiği

Tablo 30.'daki grafiğe bakıldığında bileme taşları arasındaki farklar daha rahat anlaşılabilir. Grafikte mavi renkli barlar; testte elde edilen dayanıklılık değerlerini metre cinsinden göstermektedir. Kırmızı barlar ise en iyi sonuç alınan bileme taşının sonucunun % 100 verim sayılıp, diğer taşların sonuçlarının buna % bazlı oranıdır.

En iyi sonuç veren 1000 kum'luk seramik bileme taşı'nın 109 metrelik derecesini % 100 başarı kabul edersek; ona en yakın taş olan 1200 kum'luk Japon su taşının 85 metrelik değeri % 78 ile sonraki başarılı taş olmuştur.

Buradan sonra önemli miktar bir düşüş yaşanmış ve birbirlerine yakın oranlarla 3000 kum seramik ve arkansas yağ taşları ile % 55 ve % 50 performans alınabilmiştir.

Dayanıklılık konusunda testte birinci olan 1000 kum seramik taşın, üçüncü en iyi taş olan 3000 kum seramik taştan dahi % 82 gibi büyük bir oranda daha başarılı olması, taşların çelik ve ağaç üzerindeki farklı etkilerinin oranlarının görülebilmesi açısından bu testi son derece önemli kılmıştır.

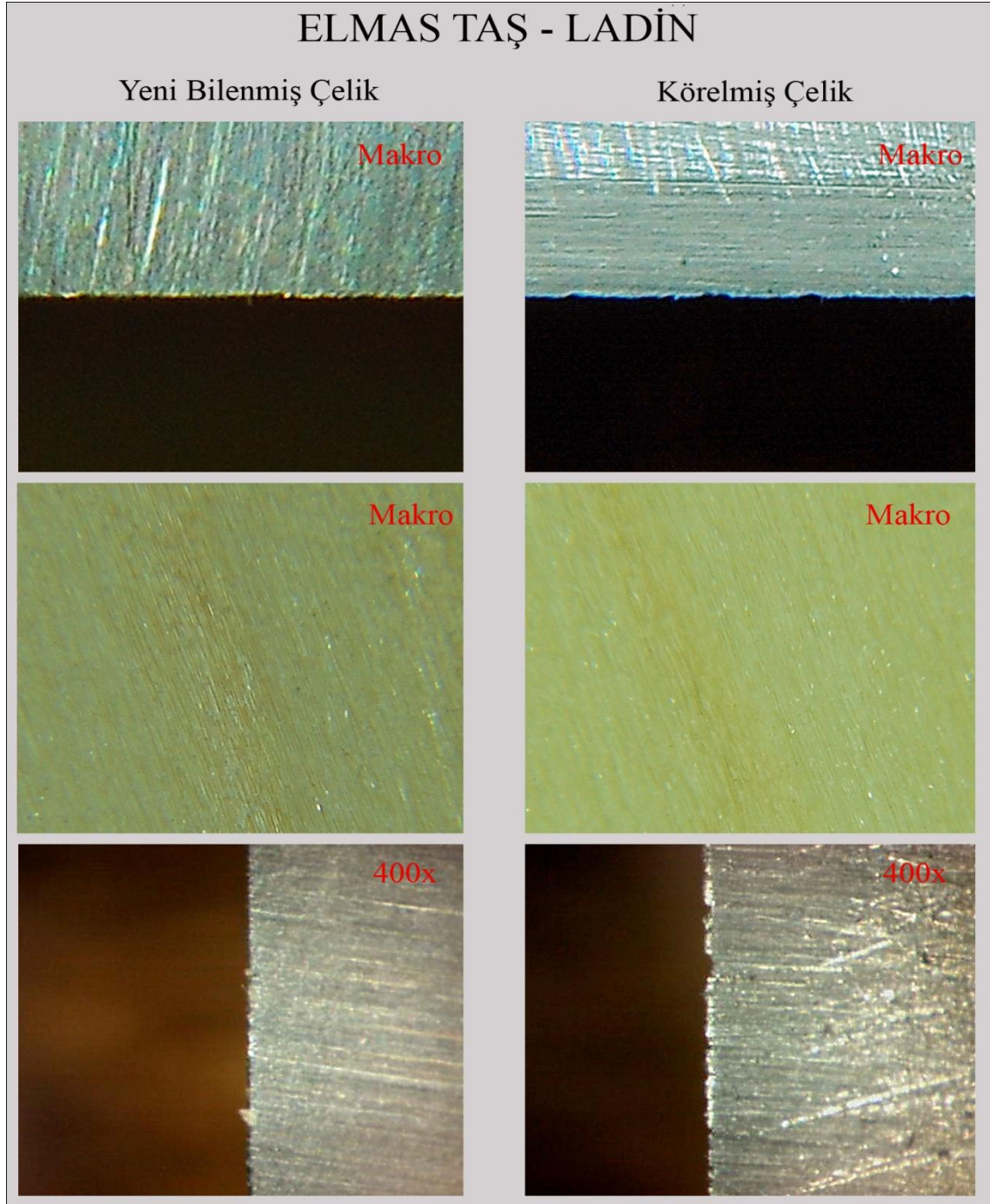
Testin en kötüsü olan 2000 kum ile en iyisi olan 1000 kum seramik taş arasında dayanıklılık konusunda 4 kattan fazla bir fark vardır.

2.2. Ladin Ağacı Üzerinde Yapılan Test Sonuçları

Bu ikinci deneysel test grubunda; 50 cm. boy ve 4 cm. kalınlığında ladin ağacından bir parça kullanılmıştır. Tüm 9 farklı test için aynı test yüzeyi kullanılmıştır.

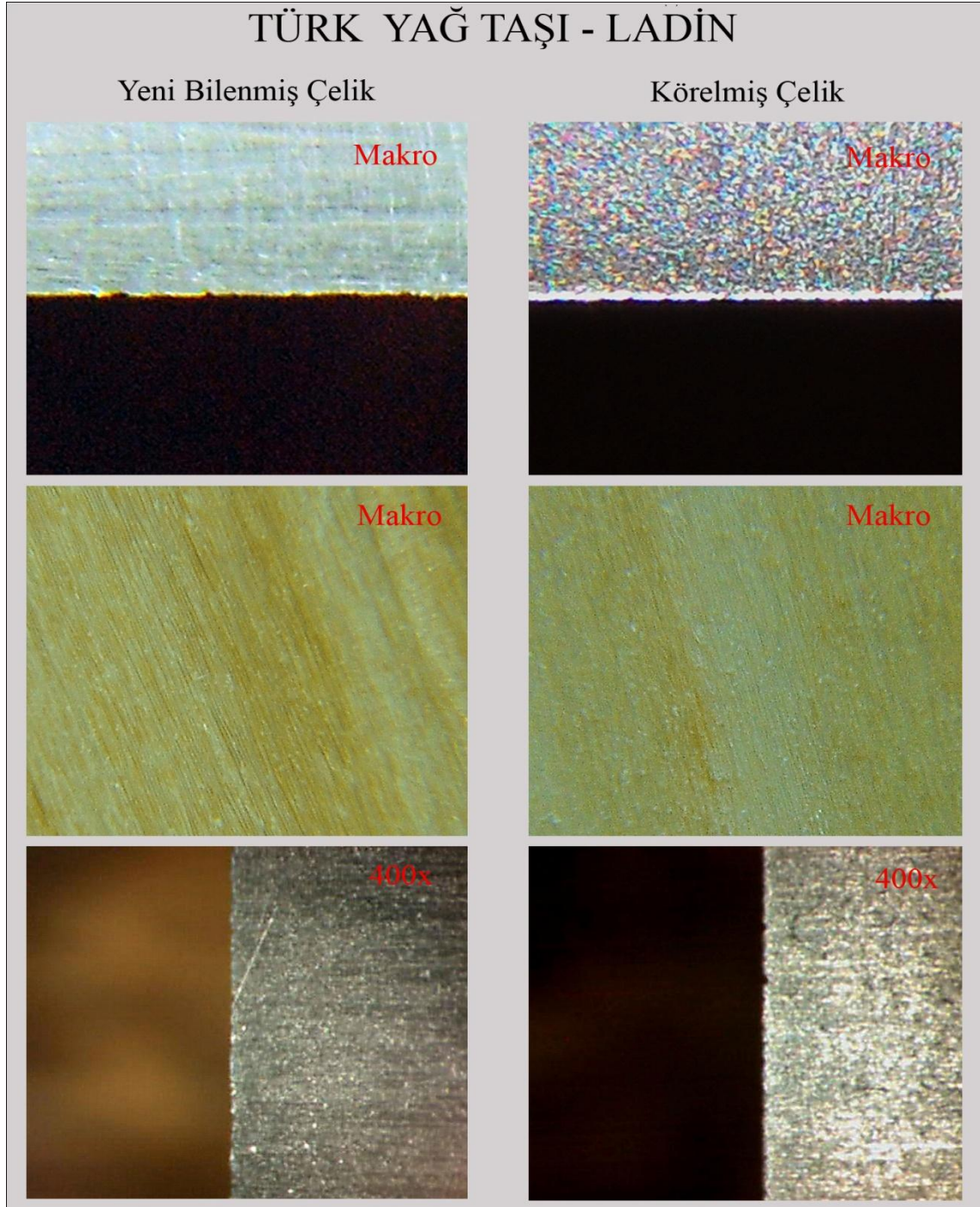
Önceki deneyle aynı biçimde testler sırasında yüzey kalitesi ve kesim rahatlığı not edilmiştir. Bu testlerde bir önceki testlerden farklı olarak rendeleme işlemi 100 sefer ile sınırlı tutulmuştur.

Bu testte, talaş kalınlığının yine diğer testlerde olduğu gibi 0,05 mm. olarak kalmasına özen gösterilmiştir. Tüm fotoğraflarda, sol tarafta yeni bileme sonrası sonuçların fotoğrafları, sağ tarafta da körelme sonrası sonuçların fotoğrafları verilmiştir.



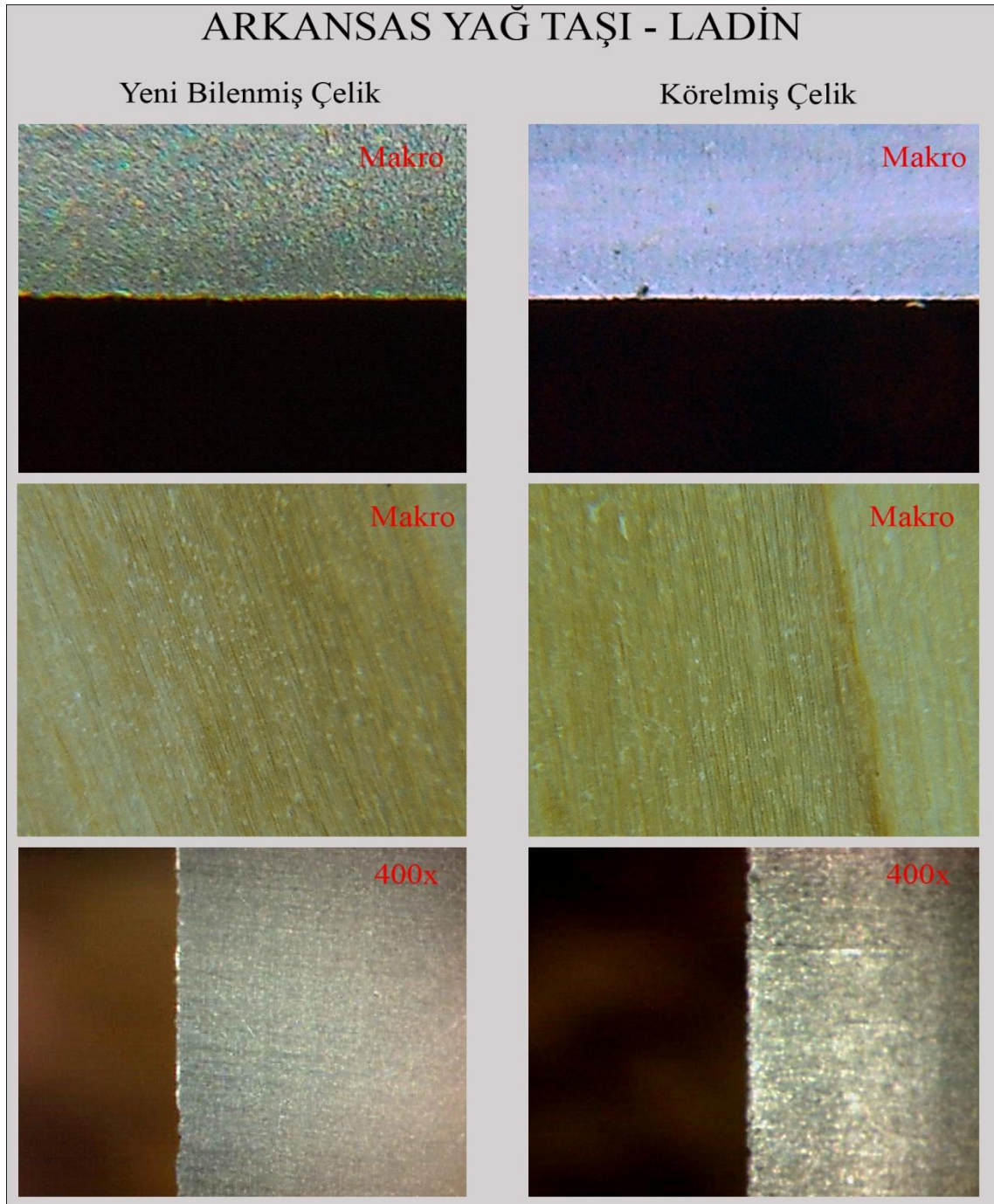
Resim 53. Elmas Taş ile Ladin Üzerindeki Sonuçlar

Resim 53.' te Elmas bileme taşının sonuçları görülmektedir. Elmas taş, bileme sonrası çelikte kötü ve çapaklı bir kesici yüzey bırakmıştır. Rendeleme işlemi çok rahat olarak not edilmiştir. Çelik test boyu keskinliğini orta derece koruyabilmiş, 100 sefer rendeleme sonrası kesici yüzeyde küçük çapak ve deformasyonlar olmuştur. Yüzey kalitesi test sonrasında da fazla bozulmayarak iyi olarak not edilmiştir.



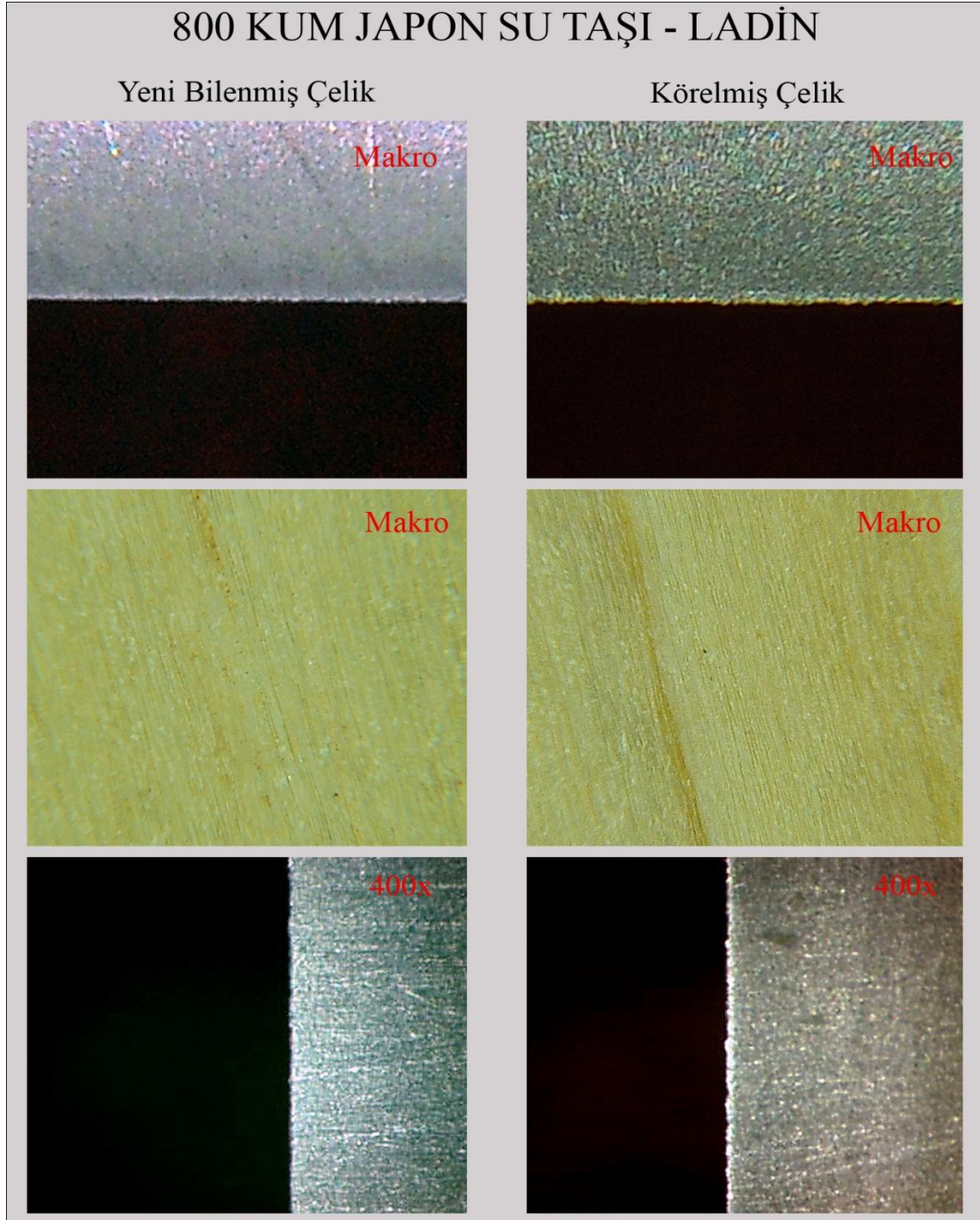
Resim 54. Türk Yağ Taşı ile Ladin Üzerindeki Sonuçlar

Resim 54.' te Türk yağ taşının sonuçları görülmektedir. Taş, bileme sonrası çelikte kötü ve çapaklı bir kesici yüzey bırakmıştır. Rendeleme işlemi rahat olarak not edilmiştir. Çelik test boyu keskinliğini orta derece koruyabilmiş, 100 sefer rendeleme sonrası kesici yüzeyde küçük çapak ve deformasyonlar olmuştur. Yüzey kalitesi test sonrasında çok az bozularak iyi olarak not edilmiştir.



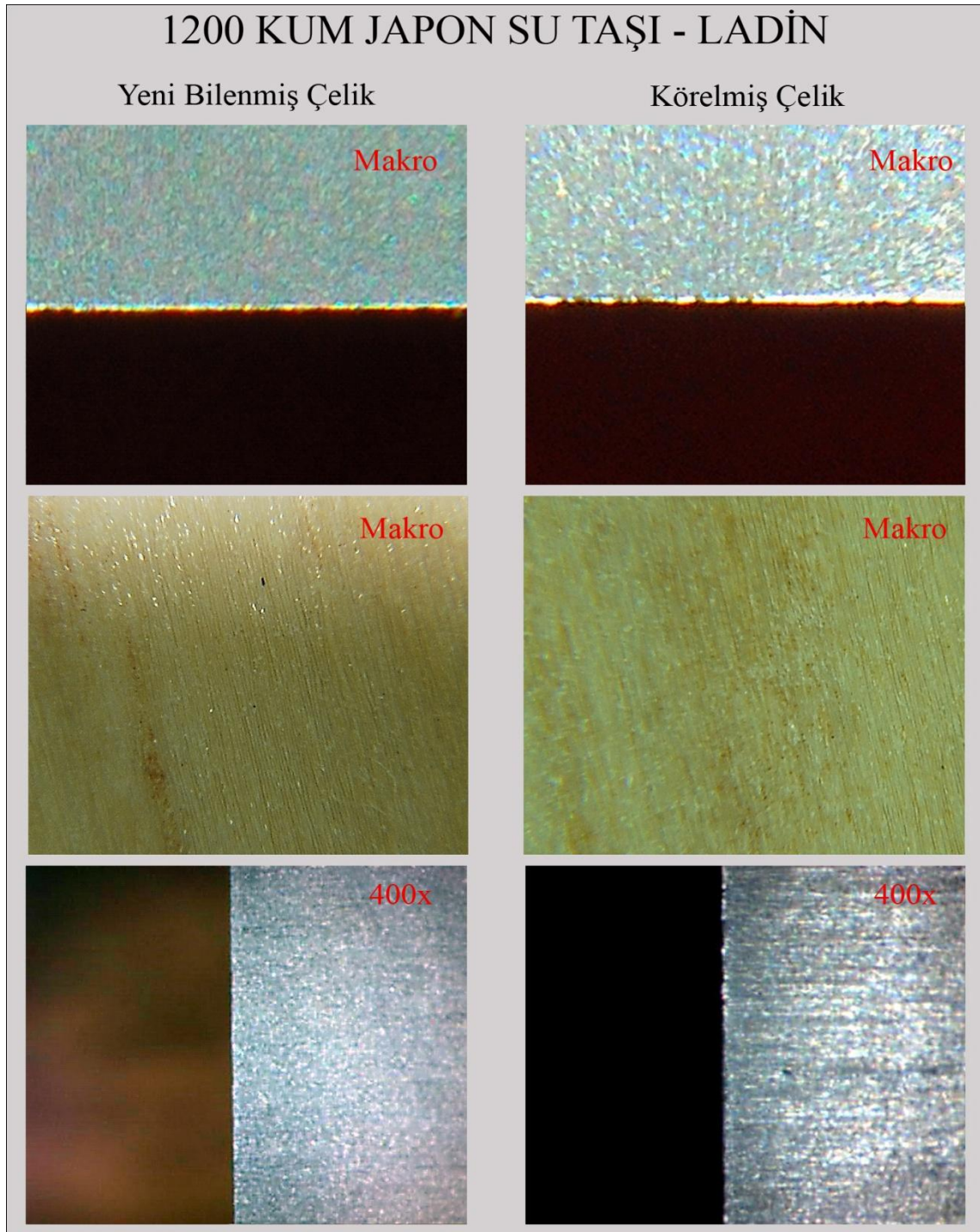
Resim 55. Arkansas Yağ Taşı ile Ladin Üzerindeki Sonuçlar

Resim 55.' de Arkansas yağ taşının sonuçları görülmektedir. Arkansas yağ taşı orta derecede temiz bileme yapmıştır. Bileme sonrası çelikte iyi ve az kılağılı bir kesici yüzey bırakmıştır. Resimlerdeki çapaklar gözle çok zor görülmektedir. Rendeleme işlemi rahat olarak not edilmiştir. Çelik test boyu keskinliğini koruyabilmiş ve kesici yüzeyde fazla değişiklik olmamıştır. Yüzey kalitesi test sonrasında fazla bozulmayarak iyi olarak not edilmiştir.



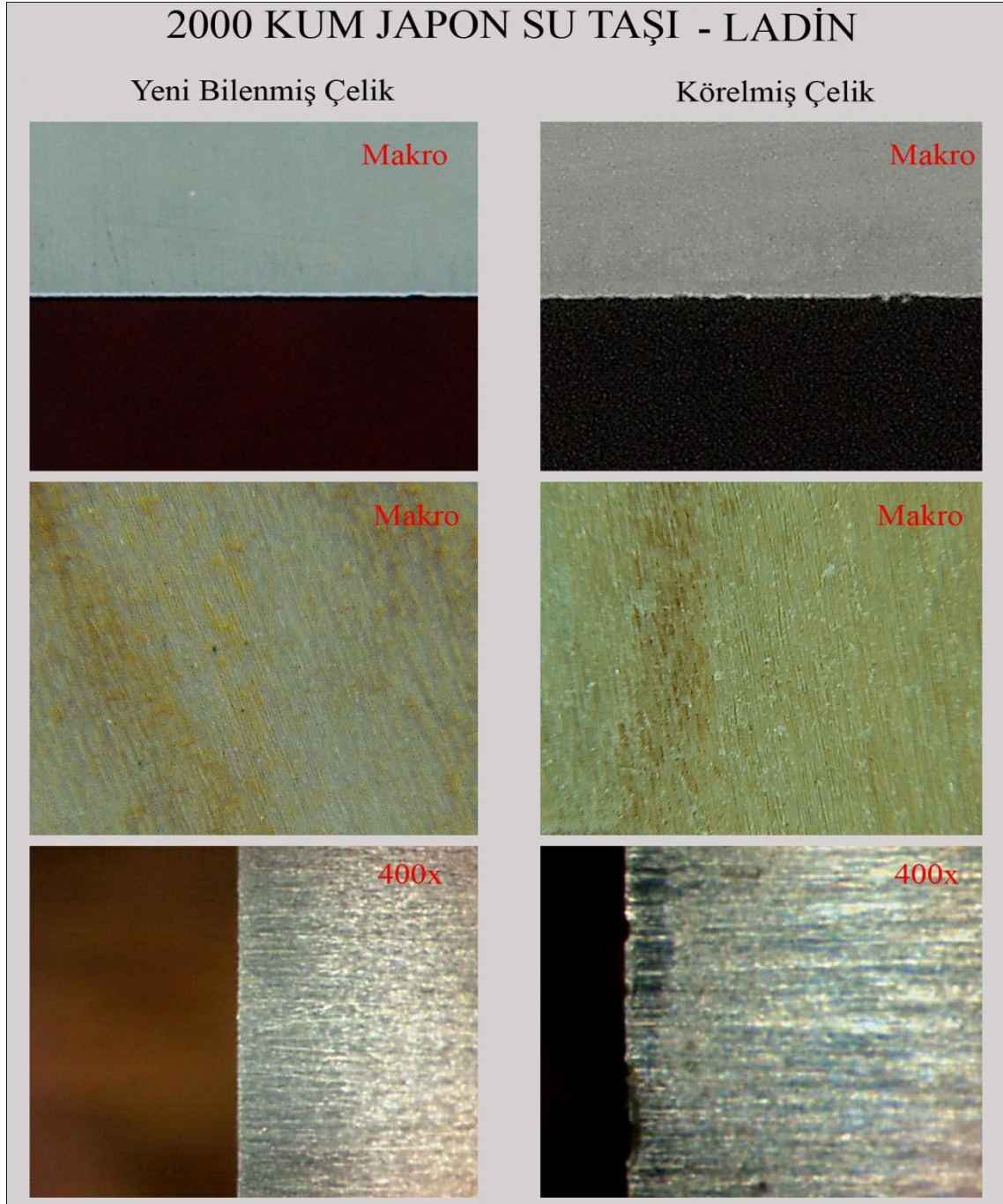
Resim 56. 800 Kum Japon Su Taşı ile Ladin Üzerindeki Sonuçlar

Resim 56.' da 800 kum Japon su taşı'nın sonuçları görülmektedir. Taş çok temiz bileme yapmıştır. Bileme sonrası çelikte iyi ve az kılğılı bir kesici yüzey bırakmıştır. Resimlerdeki çapaklar gözle görülememektedir. Rendeleme işlemi rahat olarak not edilmiştir. Çelik test boyu keskinliğini koruyabilmiş ve kesici yüzeyde fazla değişiklik olmamıştır. Yüzey kalitesi test sonrasında fazla bozulmayarak iyi olarak not edilmiştir.



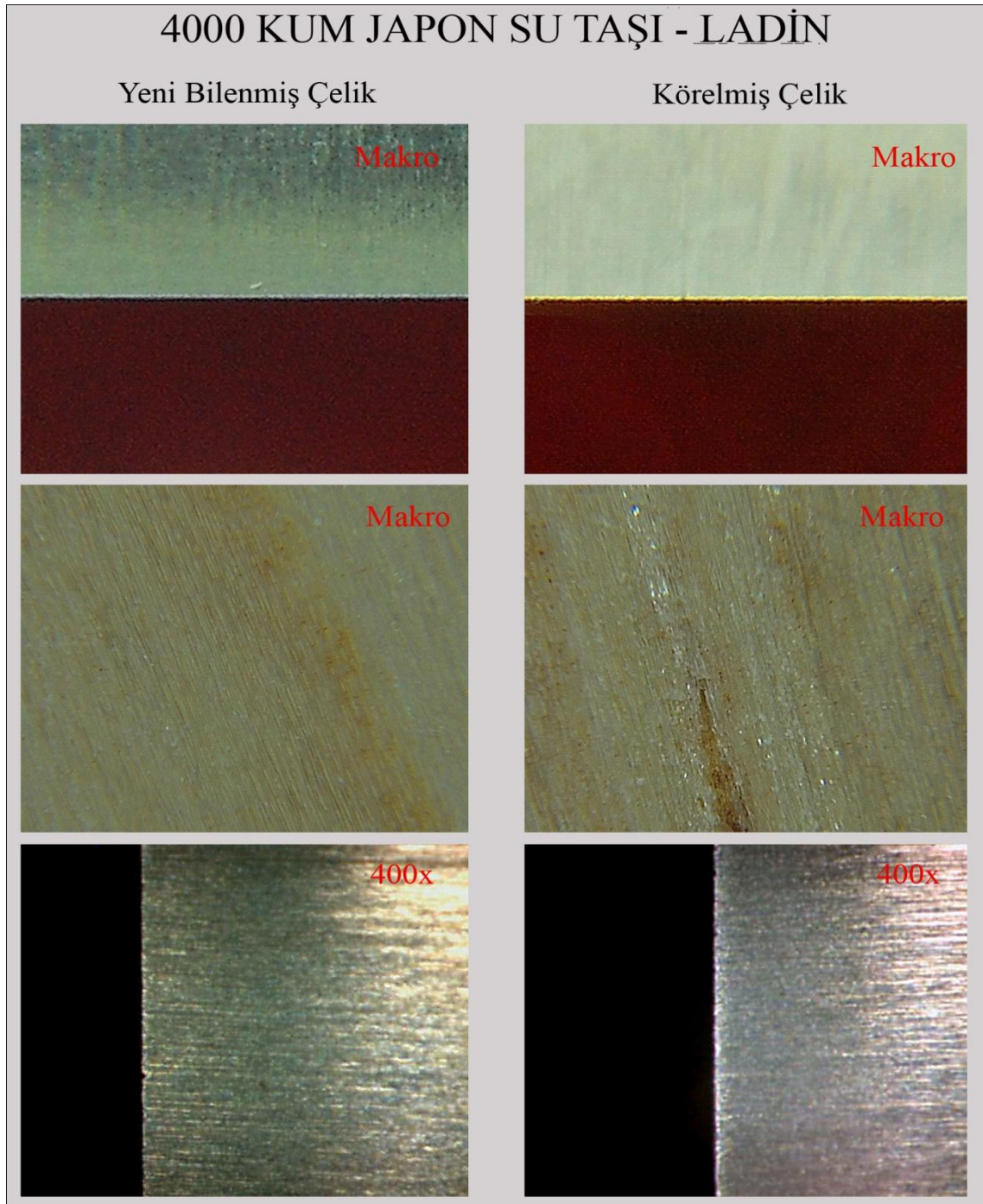
Resim 57. 1200 Kum Japon Su Taşı ile Ladin Üzerindeki Sonuçlar

Resim 57.' de 1200 kum Japon su taşı'nın sonuçları görülmektedir. Taş çok temiz bileme yapmıştır. Bileme sonrası çelikte çok iyi ve az kılağılı bir kesici yüzey bırakmıştır. Resimlerdeki çapaklar gözle görülememektedir. Rendeleme işlemi çok rahat olarak not edilmiştir. Çelik test boyu keskinliğini koruyabilmiş ve kesici yüzeyde fazla değişiklik olmamıştır. Yüzey kalitesi test sonrasında çok az bozularak iyi olarak not edilmiştir.



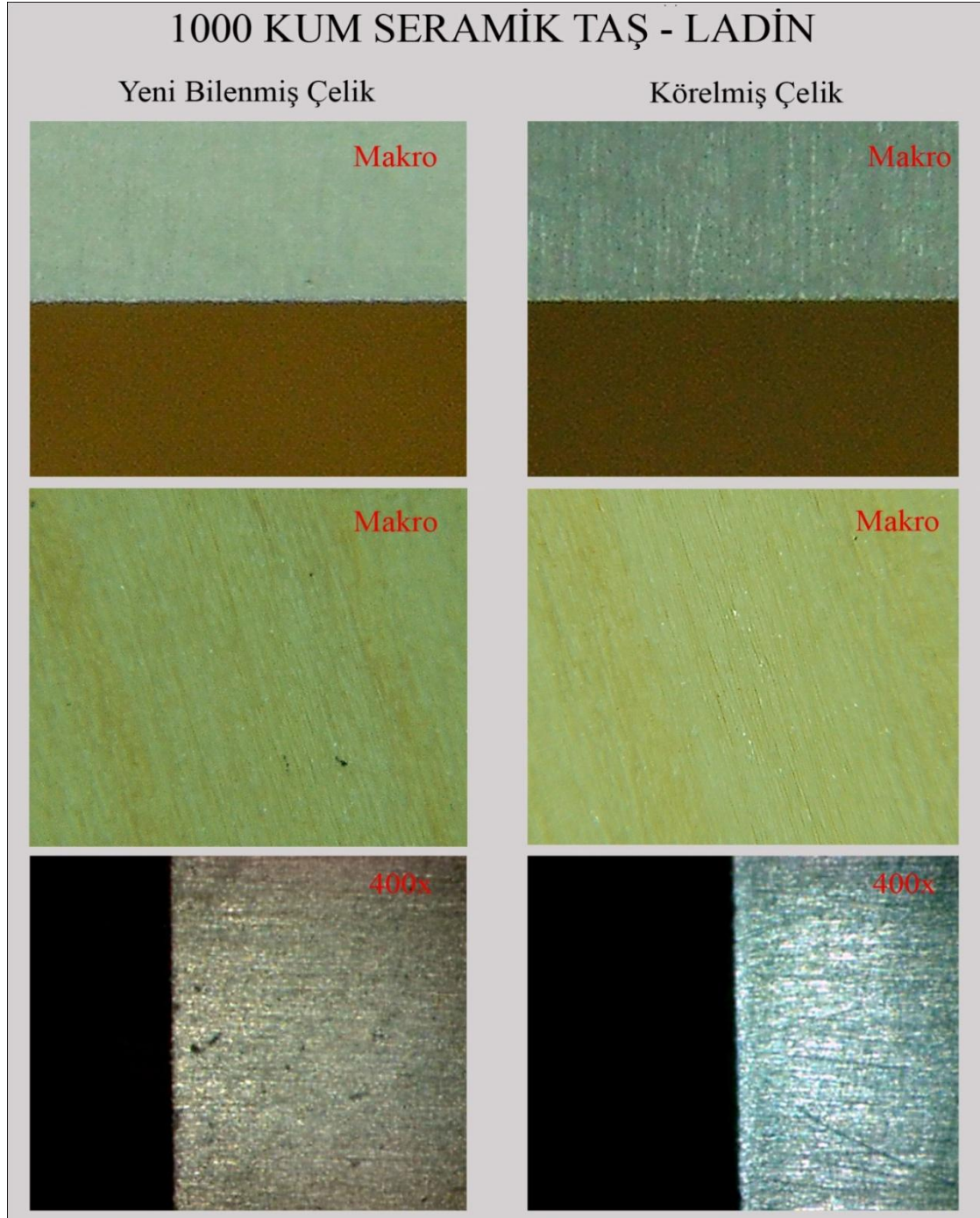
Resim 58. 2000 Kum Japon Su Taşı ile Ladin Üzerindeki Sonuçlar

Resim 58.' de 2000 kum Japon su taşı'nın sonuçları görülmektedir. Taş çok temiz bileme yapmıştır. Bileme sonrası çelikte çok iyi ve az kılağılı bir kesici yüzey bırakmıştır. Resimlerdeki çapaklar gözle görülememektedir. Rendeleme işlemi orta derecede rahat olarak not edilmiştir. Çelik keskinliğini fazla koruyamamış ve test sonrası kesici yüzeyde deformasyon ve çentikler gözlenmiştir. Yüzey kalitesi test sonrasında biraz bozularak orta derece olarak not edilmiştir.



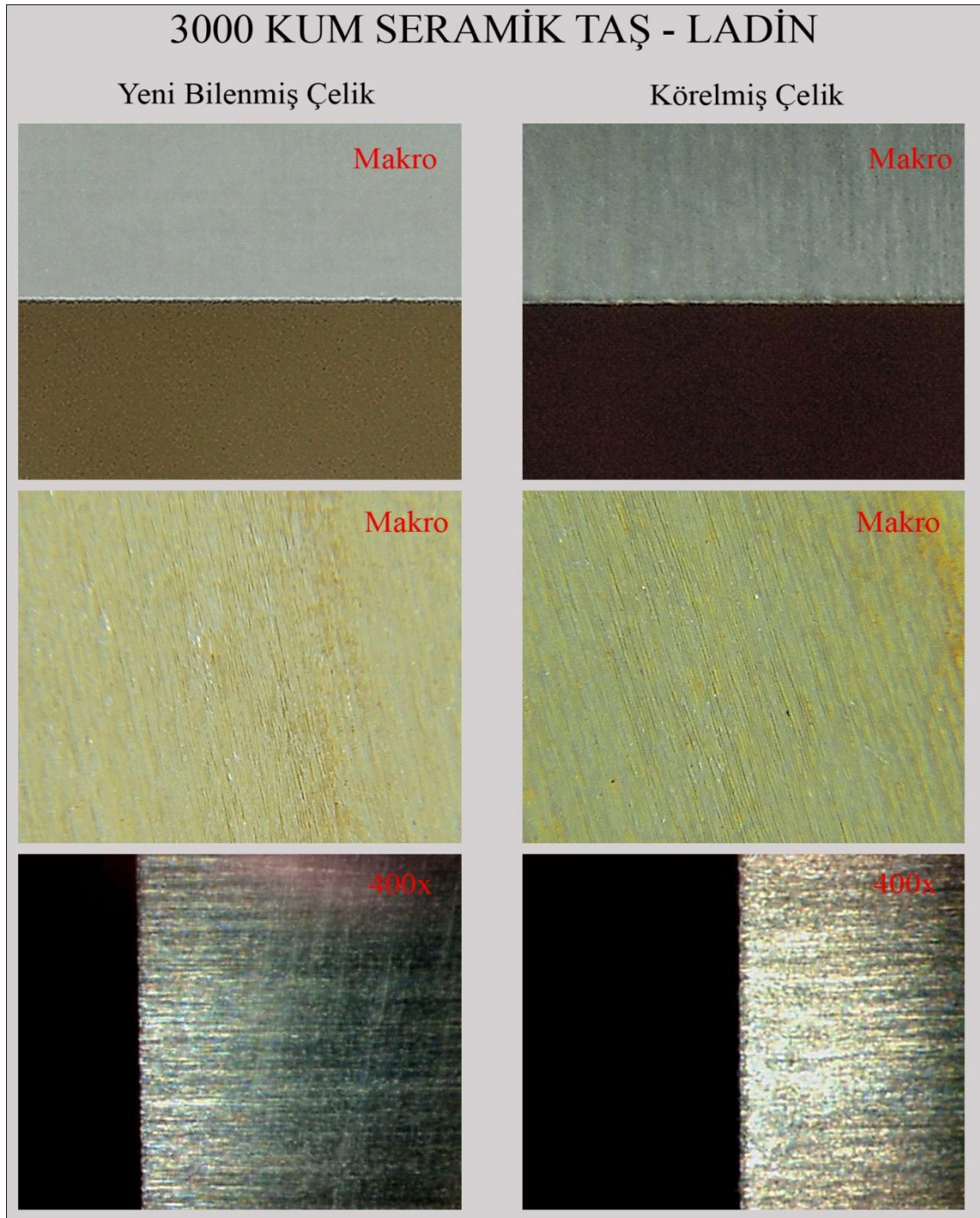
Resim 59. 4000 Kum Japon Su Taşı ile Ladin Üzerindeki Sonuçlar

Resim 59.' da 4000 kum Japon su taşı'nın sonuçları görülmektedir. Taş çok temiz bileme yapmıştır. Bileme sonrası çelikte çok iyi ve az kılâğılı bir kesici yüzey bırakmıştır. Resimlerdeki çapaklar gözle görülememektedir. Rendeleme işlemi testin en iyisi olacak şekilde çok rahat olarak not edilmiştir. Çelik test boyu keskinliğini koruyabilmiş ve kesici yüzeyde fazla değişiklik olmamıştır. Buna rağmen yüzey kalitesi test ortalarında bozulmaya başlayarak orta derece olarak not edilmiştir.



Resim 60. 1000 Kum Seramik Taş ile Ladin Üzerindeki Sonuçlar

Resim 60.' da 1000 kum seramik bileme taşı'nın sonuçları görülmektedir. Taş çok temiz bileme yapmıştır. Bileme sonrası çelikte iyi ve az kılağılı bir kesici yüzey bırakmıştır. Resimlerdeki çapaklar gözle görülememektedir. Rendeleme işlemi çok rahat olarak not edilmiştir. Çelik test boyu keskinliğini koruyabilmiş ve kesici yüzeyde fazla değişiklik olmamıştır. Yüzey kalitesi test sonrasında fazla bozulmayarak iyi olarak not edilmiştir.



Resim 61. 3000 Kum Seramik Taş ile Ladin Üzerindeki Sonuçlar

Resim 61.' de 3000 kum seramik bileme taşı'nın sonuçları görülmektedir. Taş çok temiz bileme yapmıştır. Bileme sonrası çelikte çok iyi ve az kılağılı bir kesici yüzey bırakmıştır. Resimlerdeki çapaklar gözle görülememektedir. Rendeleme işlemi rahat olarak not edilmiştir. Çelik test boyu keskinliğini koruyabilmiş ve kesici yüzeyde fazla değişiklik olmamıştır. Yüzey kalitesi test sonrasında fazla bozulmayarak iyi olarak not edilmiştir.

Ladin ağacı üzerindeki sonuçlara bakıldığında akçaağacın aksine, sonuçlarda büyük farklılıklar olmadığı görülebilmektedir. Hemen hemen tüm taşlar ladin üzerinde iyi performans göstermişlerdir.

2000 ve 4000 kumluk Japon su taşları, yüzey kalitesi olarak orta değerler elde edip, seramik taşlar çok az farkla en iyi yüzeyleri elde etmiş olsalar da, bunlarla diğer taşların sonuçları arasındaki farklar ancak büyütülmüş makro fotoğraflarında kıyaslanacak kadar küçük olup, pratikte önemsizdir. Yapıştırma, sistireleme ve zımparalama öncesi hazırlık gibi tüm pratik uygulamalar için tüm taşlarla son derece yeterli sonuçlar elde edilmiştir.

Birkaç taş dışındaki tüm taşlarla kesici çelik, keskinliğini uzun süre muhafaza etmiştir. Akçaağacın aksine kesici yüzeydeki bu küçük problemler bileme taşında küçük rötuşlarla kolayca düzeltilebilmektedir.

Tablo 31.’ de taşların ladin ağacı üzerindeki sonuçları görülebilmektedir.

Bileme Taşı	Bileme (çelik)	Yüzey kalitesi (ağaç)	Kesim rahatlığı (Ladin)	Dayanıklılık (100 sefer sonrası)	Yorum
Elmas	Kötü	İyi	Çok iyi	Orta	Yetersiz
Türk	Orta	İyi	İyi	Orta	Vasat
Arkansas	İyi	İyi	İyi	İyi	Başarılı
800 Japon	İyi	İyi	İyi	İyi	Başarılı
1200 Japon	Çok iyi	İyi	Çok iyi	İyi	Başarılı
2000 Japon	Çok iyi	Orta	Orta	Kötü	Kötü
4000 Japon	Çok iyi	Orta	Çok iyi	İyi	Başarılı
1000 Seramik	Çok iyi	İyi	Çok iyi	İyi	Başarılı
3000 Seramik	Çok iyi	İyi	İyi	İyi	Başarılı

Tablo 31. Bileme Taşlarının Ladin Üzerindeki Sonuçları

Bu sonuçlara göre; ladin ağacı gibi yumuşak yapılı ağaçlar için tüm taşların yakın ve iyi performans gösterdikleri anlaşılmaktadır. Ladin ağacındaki yakın performanslar ve akçaağaç üzerindeki önemli farkları birlikte değerlendirdiğimizde, en iyi verim alınan taşların seramik taşlar olduğu görülmektedir. Buna göre 1000 kumluk seramik bileme taşı, test genelinde en başarılı taş olarak belirlenmiş ve bundan sonraki tüm deneylerde sabit bileme taşı olarak kullanılmıştır.

Testlerde ortaya çıkan bir başka önemli sonuç; çok iyi bilenmiş ve çok keskin bir çeliğin, ağaç üzerinde de iyi sonuçlar verebileceğinin garantisi olmadığıdır. Buna göre; bir bileme taşının çok iyi ve keskin bileme yapmasının, ağaçta çok iyi sonuçlar vereceği anlamına gelmediğidir. İdeali; yeterli keskinliği, kesici yüzeyi fazla inceltmeden, dayanıklı bileme yapan taşları kullanmaktır.

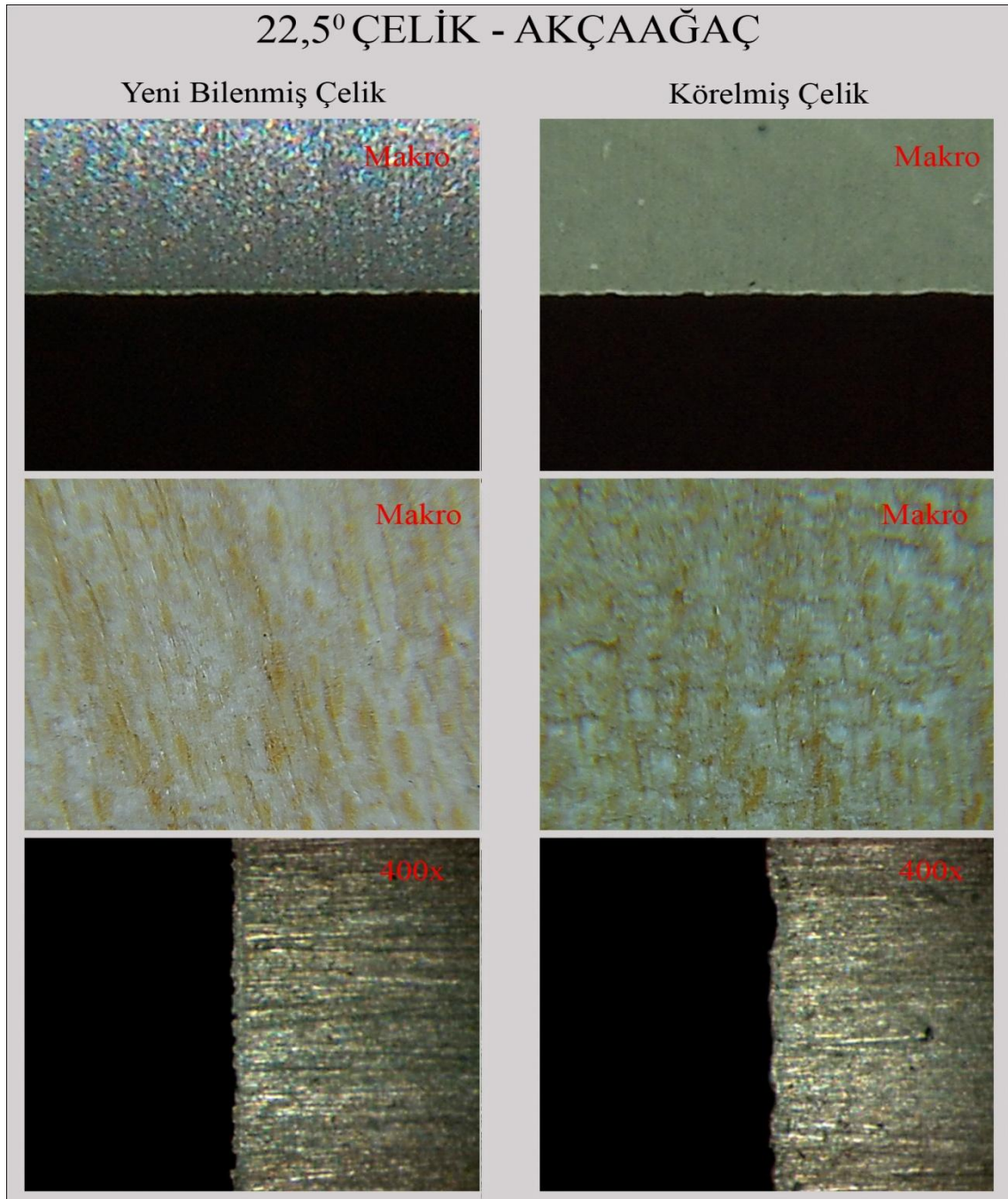
3. FARKLI BİLEME AÇILARI VERİLMİŞ KESİCİ ÇELİKLERİN AHŞAP YÜZEYİNDEKİ ETKİLERİ

3.1. 6 Numara Rende İle Akçaağaç Üzerinde Yapılan Test Sonuçları

Bu testlerde 50 cm. boy ve 4 cm. kalınlığında akçaağaç test parçası kullanılmıştır. Tüm dört farklı test için aynı test yüzeyi kullanılmıştır.

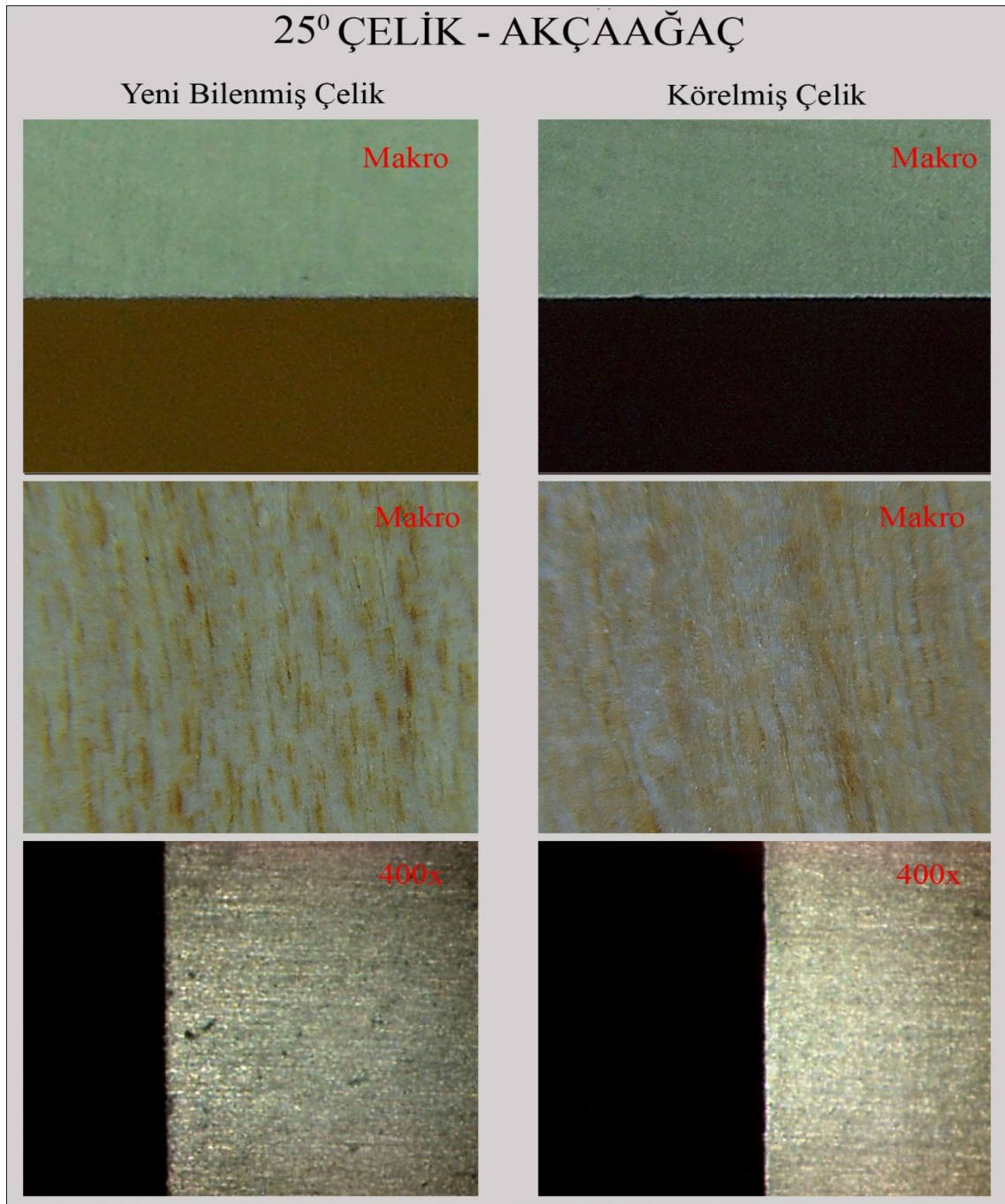
Testler sırasında yüzey kalitesi ve kesim rahatlığı not edilmiş, test kesici çelik tamamen körelip ağaç üzerinde rendeleme yapamayacak hale gelince bırakılmış, gerekli fotoğraflar çekilip, sonuçlar not alınmıştır.

Tutarlılık açısından tüm denemeler 3 kez tekrarlanıp buna göre dayanıklılık ortalamaları alınmıştır. Tüm fotoğraflarda, sol tarafta yeni bileme sonrası sonuçların fotoğrafları, sağ tarafta da körelme sonrası sonuçların fotoğrafları verilmiştir.



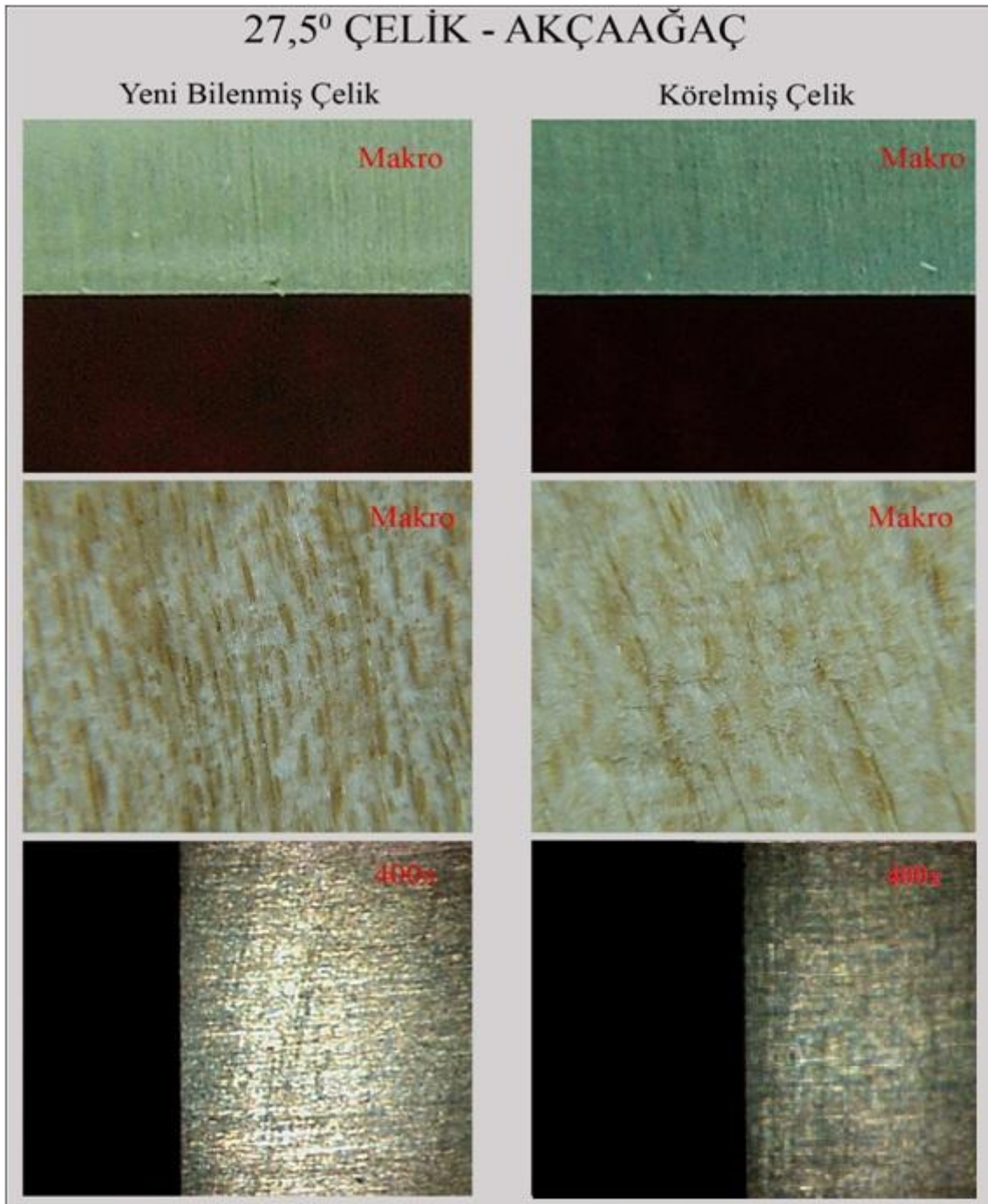
Resim 62. 6 Numara Rendede 22,5° Bileme Açısı Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar

Resim 62.' de 22,5° bileme açısının sonuçları görülmektedir. Testin en düşük açısı ile olan bu testte, açının düşüklüğünden dolayı pürüzsüz bir bileme yapmak mümkün olamamış ve çelikte kötü ve çapaklı bir kesici yüzey kalmıştır. Rendeleme işlemi çok zor ve güç gerektirmektedir. Çelik çabuk körelmiş ve sonuçta ağaç yüzeyinde pürüzlenmeler biçiminde kötü bir yüzey bırakmıştır. Körelen kesici yüzeyde yer yer kopmalar görülmüştür. Bu testte; çelik ortalama 30 metre rendeleme sonrası körelip, kesim yapamaz hale gelmiştir.



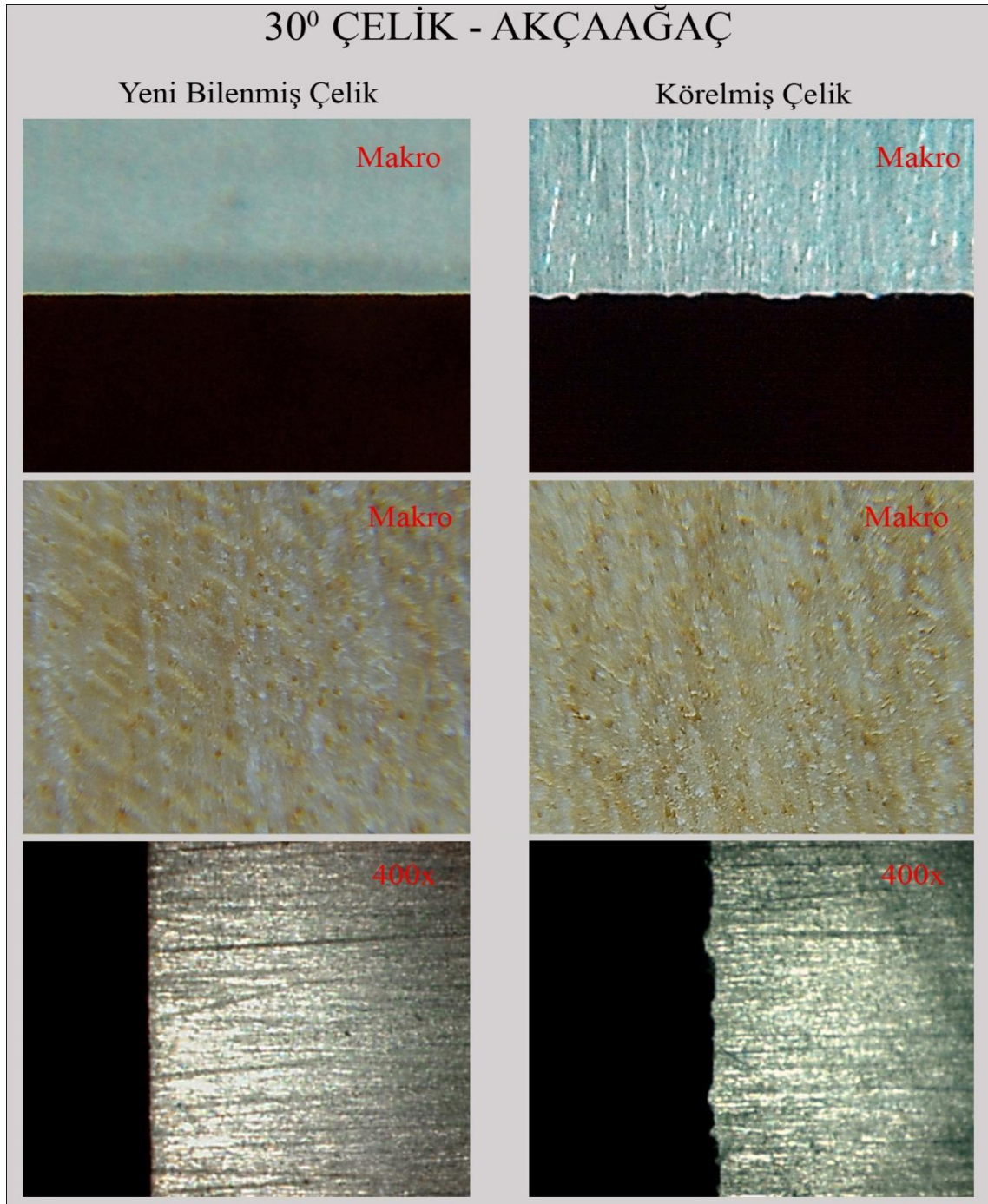
Resim 63. 6 Numara Rendede 25° Bileme Açısı Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar

Resim 63.' de 25° bileme açısının sonuçları görülmektedir. Bu açıda çelik iyi ve az kılığılı olarak bilenebilmiştir. Rendeleme işlemi tüm açılar arasında en iyisi olarak çok rahat olmuştur. Çelik çabuk körelmeden, ağaç üzerinde yine testteki en temiz sonuçları vermiştir. Körelen kesici yüzey fazla aşınmadan temiz kalmıştır. Bu testte; çelik ortalama 109 metre rendeleme sonrası körelip, kesim yapamaz hale gelmiştir. Buna göre 25° testin en başarılı bileme açısı olmuştur.



Resim 64. 6 Numara Rendede 27,5° Bileme Açısı Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar

Resim 64.' de 27,5 ° bileme açısının sonuçları görülmektedir. Bu açıda çelik iyi ve az kılağılı olarak bilenebilmiştir. Rendeleme işlemi zor ve güç gerektirmektedir. Çelik çabuk körelmiş ve sonuçta ağaç yüzeyinde pürüzlenmeler biçiminde kötü bir yüzey bırakmıştır. Körelen çelikte fazla zedelenme olmamıştır. Bu testte; çelik ortalama 55 metre rendelege sonrası körelip, kesim yapamaz hale gelmiştir.



Resim 65. 6 Numara Rendede 30° Bileme Açısı Akçaağaç Üzerindeki Sonuçlar

Resim 65.' de 30° bileme açısının sonuçları görülmektedir. Bu açıda çelik iyi ve az kılağılı olarak bilenebilmiştir. Rendeleme işlemi testin en kötüsü olarak çok zor ve güç gerektirmektedir. Rendeleme işlemi kesimden ziyade, yolma şeklinde olmuştur. Çelik çok çabuk körelmiş ve sonuçta ağaç yüzeyinde pürüzlenmeler biçiminde kötü bir yüzey bırakmıştır. Körelen çelik çok zedelenmiş ve kesici yüzeyde büyük çentik ve pürüzlenmeler gözlemlenmiştir. Bu testte; çelik ortalama 24 metre rendeleme sonrası körelip, kesim yapamaz hale gelmiştir.

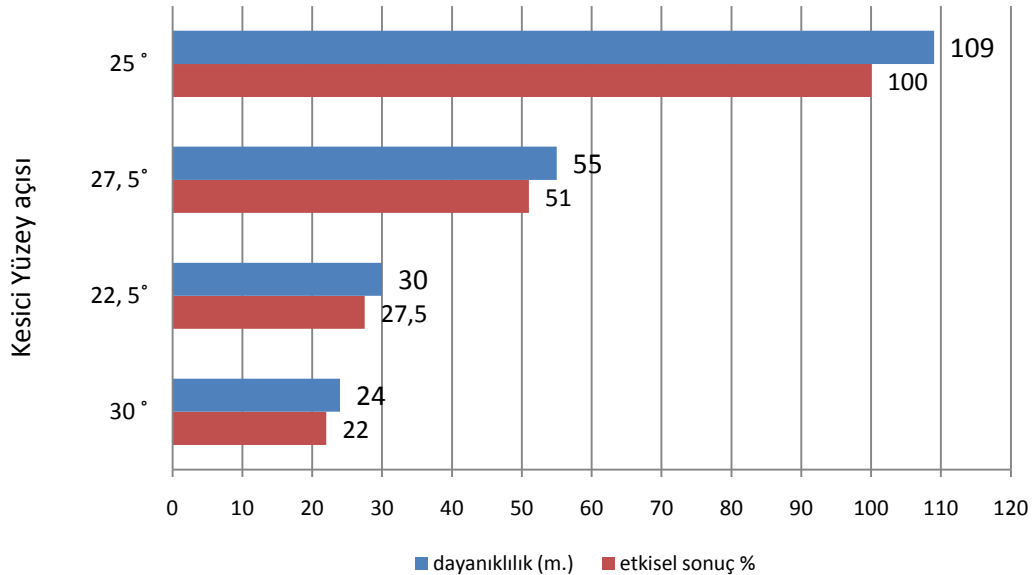
Akçaağaç üzerindeki sonuçlara göre en başarılı bileme açıları sırasıyla:

1. 25^0
2. $27,5^0$
3. $22,5^0$
4. 30^0

olmuştur. Bu açılardan sadece 25^0 iyi sonuçlar vermiştir. Diğer açılar yeterli başarıyı sağlayamamışlardır. **Tablo 32.** de taşların akçaağaç üzerindeki sonuçlarının iyiden kötüye doğru kıyaslaması vardır.

Bileme Açısı		Bilenme (çelik)	Yüzey kalitesi (ağaç)	Kesim rahatlığı (Akçaağaç)	Dayanıklılık (rendeleme m)	Yorum
1.	25^0	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	109	Başarılı
2.	$27,5^0$	Çok iyi	Kötü	Kötü	55	Vasat
3.	$22,5^0$	Kötü	Kötü	Çok kötü	30	Kötü
4.	30^0	Çok iyi	Çok kötü	Çok kötü	24	Kötü

Tablo 32. 6 Numaralı Rendede Farklı Bileme Açılarının Akçaağaç Üzerindeki Sonuçları



Tablo 33. 6 Numaralı Rende İle Akçaağaçta Bileme Açıları Dayanıklılık Sonuç İstatistiği

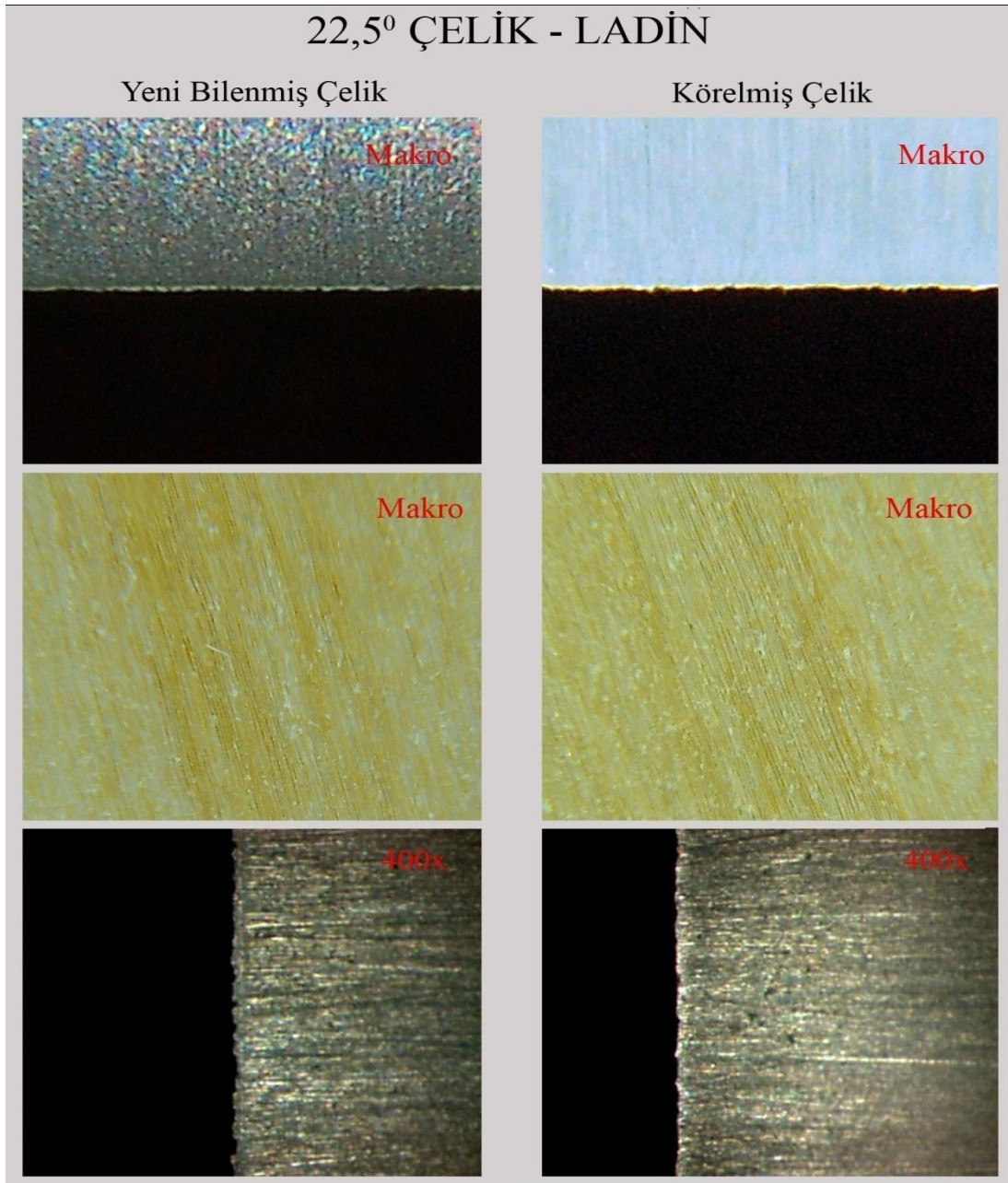
Tablo 33.' deki grafikte farklı bileme açılarının 6 numaralı rende ile akçaağaç üzerinde yapılan testlerdeki sonuçları görülmektedir.

27,5⁰ bileme açısı ile dayanıklılık olarak 25⁰ 'lik açıya oranla yarı yarıya dayanıklılık değerleri elde edilmiş ve gerek yüzey kalitesinin, gerekse kesim rahatlığının kötü olmasından dolayı bu açı vasat olarak değerlendirilmiştir. Buradan sonra önemli miktar bir düşüş yaşanmış ve birbirlerine yakın oranlarla 22, 5⁰ ve 30⁰ açıları gelmektedir.

Dayanıklılık konusunda testte birinci olan 25⁰ bileme açısının, ikinci iyi sonucu veren 27,5⁰ bileme açısına göre % 99 gibi büyük bir oranda daha başarılı olması, bileme açıları arasındaki farkların çelik ve ağaç üzerinde ne kadar büyük oranda değişikliğe neden olabileceklerinin görülebilmesi açısından bu testi son derece önemli kılmıştır.

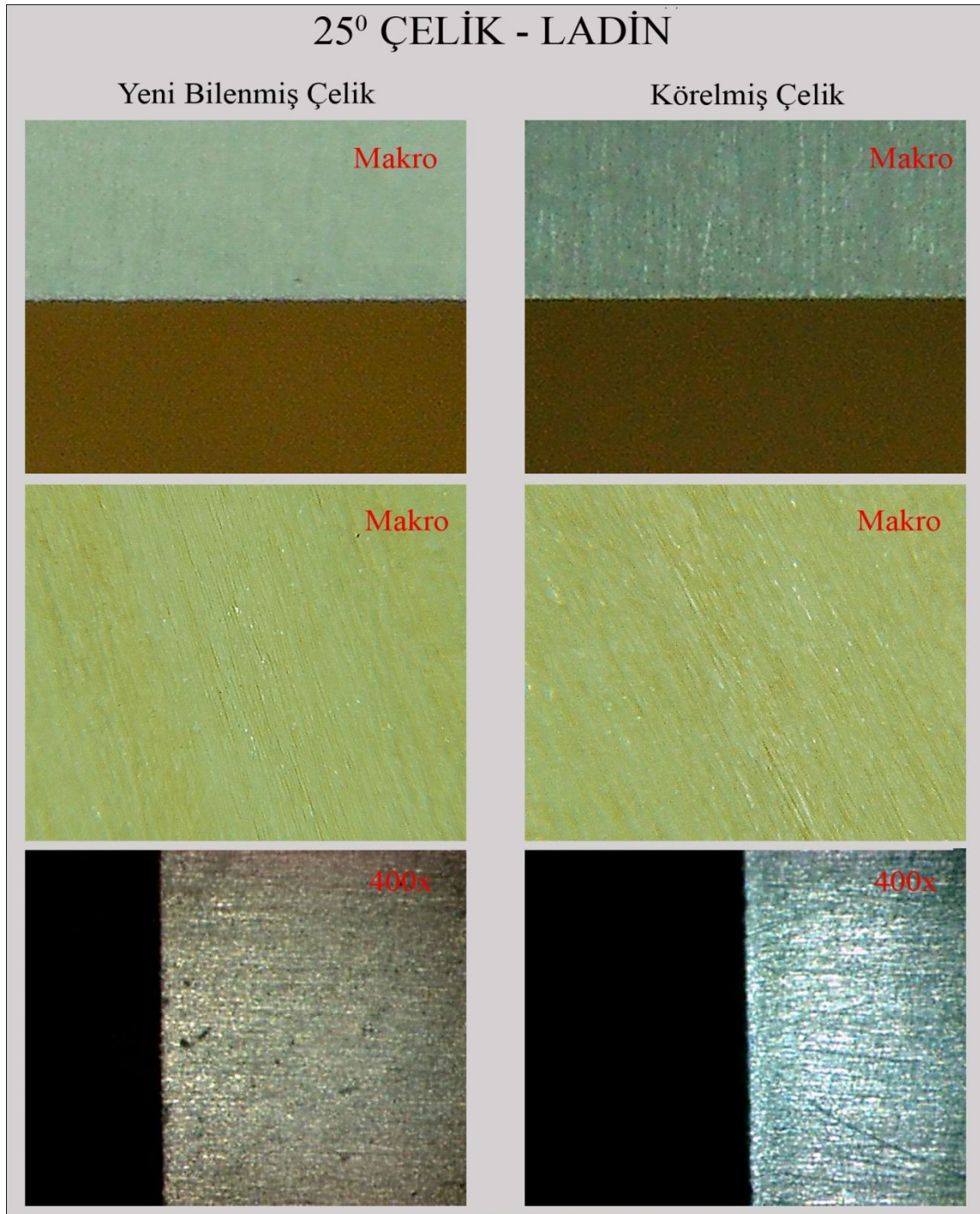
Testte en kötü sonuçları 30⁰ bileme açısı vermiştir. Bu açıda rendeleme işleminin çok güç gerektirmesinin yanı sıra, ağaç dokularında kısa sürede pürüzlenmeler meydana gelmiştir. 22, 5⁰ açıda kesici yüzey çok kısa sürede deforme olmuş, zedelenmiş ve dolayısıyla kesim çok zor ve tutarsız hale gelmiştir.

3.2. 6 Numara Rende İle Ladin Ağacı Üzerinde Yapılan Test Sonuçları



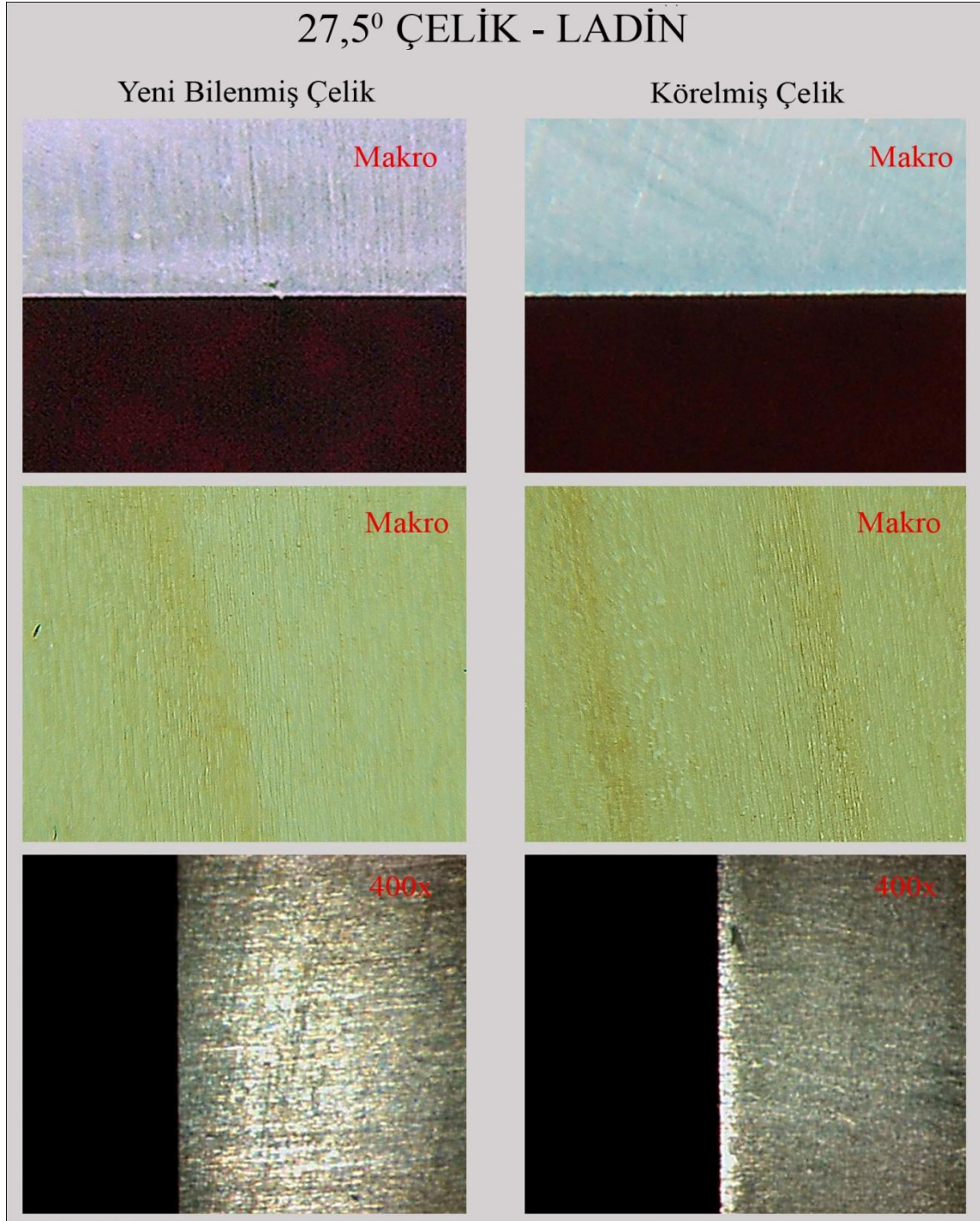
Resim 66. 6 Numara Rendede 22,5° Bileme Açısı Ladin Üzerindeki Sonuçlar

Resim 66.' da 22,5⁰ bileme açısının sonuçları görülmektedir. Testin en düşük açısı ile olan bu testte, açının düşüklüğünden dolayı pürüzsüz bir bileme yapmak mümkün olamamış ve çelikte kötü ve çapaklı bir kesici yüzey kalmıştır. Rendeleme işlemi orta derecede rahat olmuştur. Çelik test boyu keskinliğini orta derece koruyabilmiş, 100 sefer rendeleme sonrası kesici yüzeyde küçük çapak ve deformasyonlar olmuştur. Yüzey kalitesi test sonrasında da fazla bozulmayarak orta derecede iyi olarak not edilmiştir.



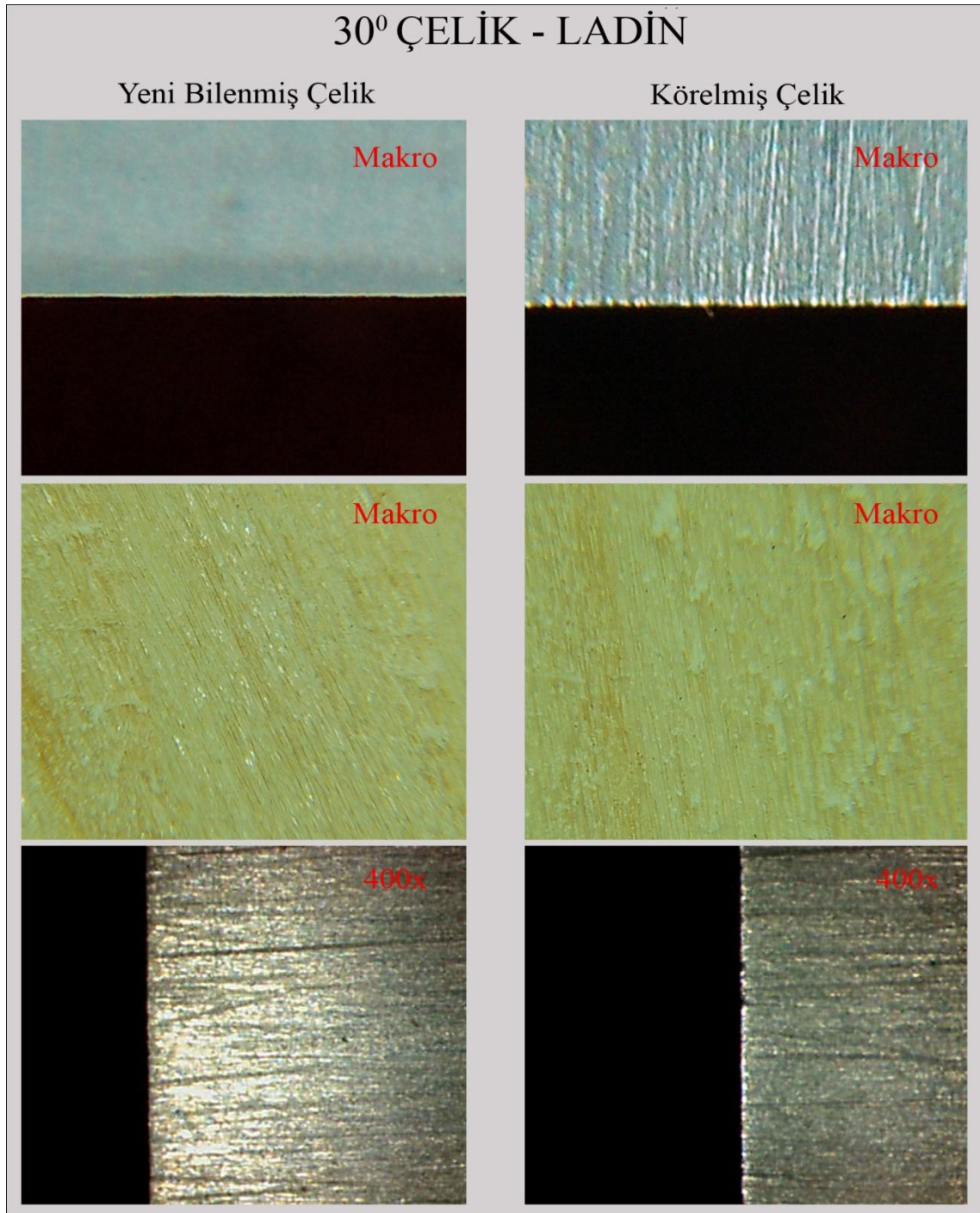
Resim 67. 6 Numara Rendede 25° Bileme Açısı Ladin Üzerindeki Sonuçlar

Resim 67.' de 25° bileme açısının sonuçları görülmektedir. Bu açıda çelik iyi ve az kılağılı olarak bilenebilmiştir. Rendeleme işlemi tüm açılar arasında en iyisi olarak çok rahat olmuştur. Çelik test boyu keskinliğini koruyabilmiş ve kesici yüzeyde fazla değişiklik olmamıştır. Yüzey kalitesi test sonrasında fazla bozulmayarak çok iyi olarak not edilmiştir.



Resim 68. 6 Numara Rendede 27,5° Bileme Açısı Ladin Üzerindeki Sonuçlar

Resim 68.' de 27,5 ° bileme açısının sonuçları görülmektedir. Bu açıda çelik iyi ve az kilağılı olarak bilenebilmiştir. Rendeleme işlemi rahat olmuştur. Çelik test boyu keskinliğini koruyabilmiş ve kesici yüzeyde fazla değişiklik olmamıştır. Yüzey kalitesi test sonrasında fazla bozulmayarak iyi olarak not edilmiştir.



Resim 69. 6 Numara Rendede 30° Bileme Açısı Ladin Üzerindeki Sonuçlar

Resim 69.' da 30° bileme açısının sonuçları görülmektedir. Bu açıda çelik iyi ve az kılâğılı olarak bilenebilmiştir. Rendeleme işlemi zor ve yorucu olmuştur. Çelik keskinliğini orta derece koruyabilmiş, 100 sefer rendeleme sonrası kesici yüzeyde çapak ve deformasyonlar olmuştur. Test sonrasında ağaçta pürüzlenmeler görülmüş ve yüzey kalitesi kötü olarak not edilmiştir.

Ladin ağacı üzerindeki sonuçlara bakıldığında açılar arasında yine akçaağaçta olduğu gibi önemli farklılıklar olduğu görülmektedir.

25⁰ ve 27,5⁰ açılarda iyi sonuçlar elde edilebilirken, 22,5⁰ 'de kesici yüzeyin zayıf olup deforme olmasından dolayı, 30⁰ 'de de kesici yüzeyin çok dik olması nedeniyle ağacı yolmasından dolayı kötü sonuçlar elde edilmiştir. Ancak 30⁰ dışındaki tüm açılar yeterli sonuçlar verebilmişlerdir.

Tablo 34. ' de taşların ladin ağacı üzerindeki sonuçları görülebilmektedir.

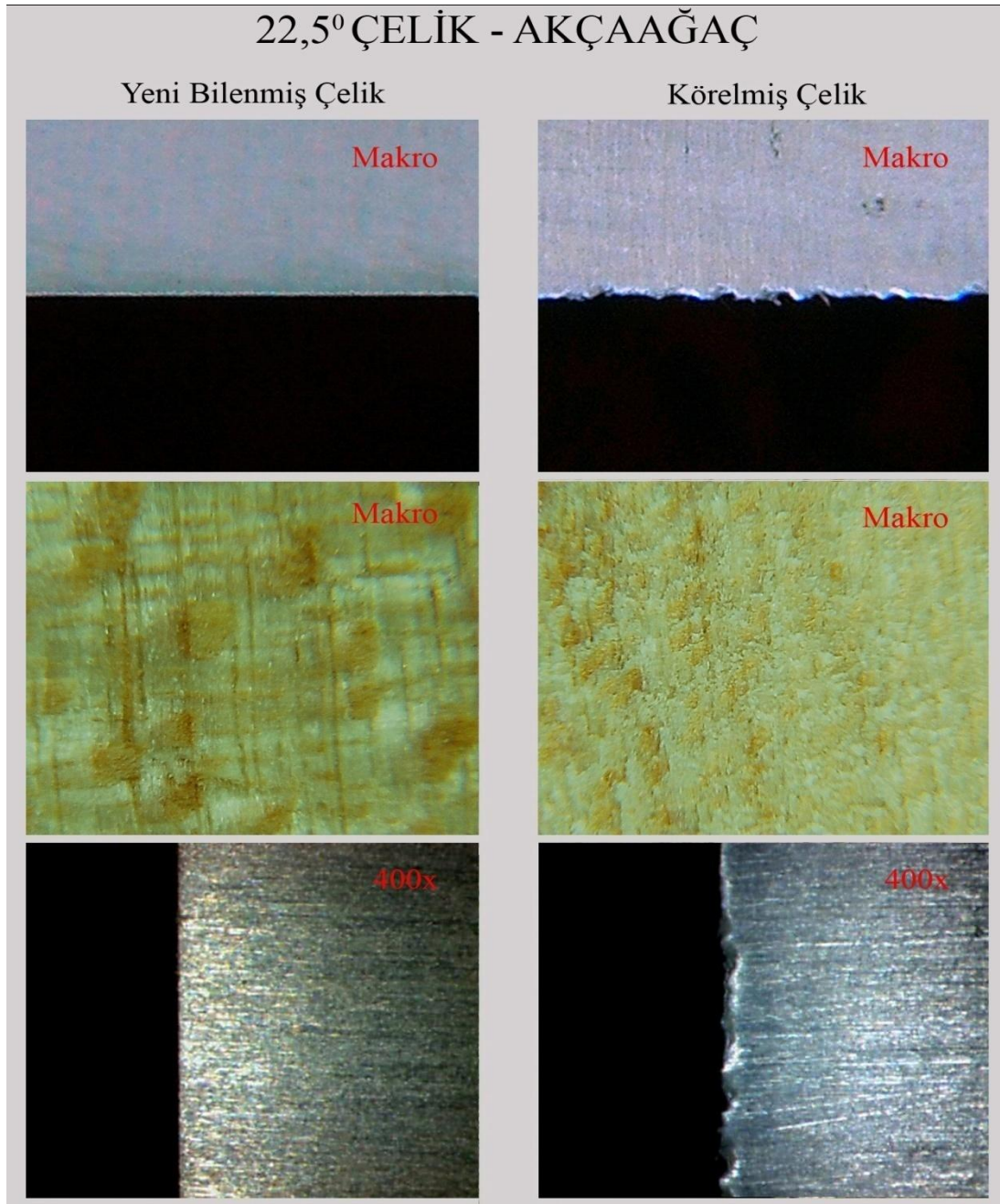
Bileme Açısı	Bilenme (çelik)	Yüzey kalitesi (ağaç)	Kesim rahatlığı (Ladin)	Dayanıklılık (100 sefer sonrası)	Yorum
22, 5 ⁰	Kötü	Ota	Orta	Orta	Yetersiz
25 ⁰	Çok iyi	İyi	Çok iyi	İyi	Başarılı
27, 5 ⁰	Çok iyi	İyi	İyi	İyi	Başarılı
30 ⁰	Çok iyi	Kötü	Kötü	Orta	Kötü

Tablo 34. 6 Numaralı Rendede Farklı Bileme Açılarının Ladin Üzerindeki Sonuçları

Bu sonuçlara göre; 6 numara ve benzer tarzdaki parmak rendelerinde, gerek akçaağaçta, gerek ladin ağacı gibi yumuşak yapılı ağaçlarda 22, 5⁰ ve 30⁰ bileme açıları kötü sonuçlar vermektedir.

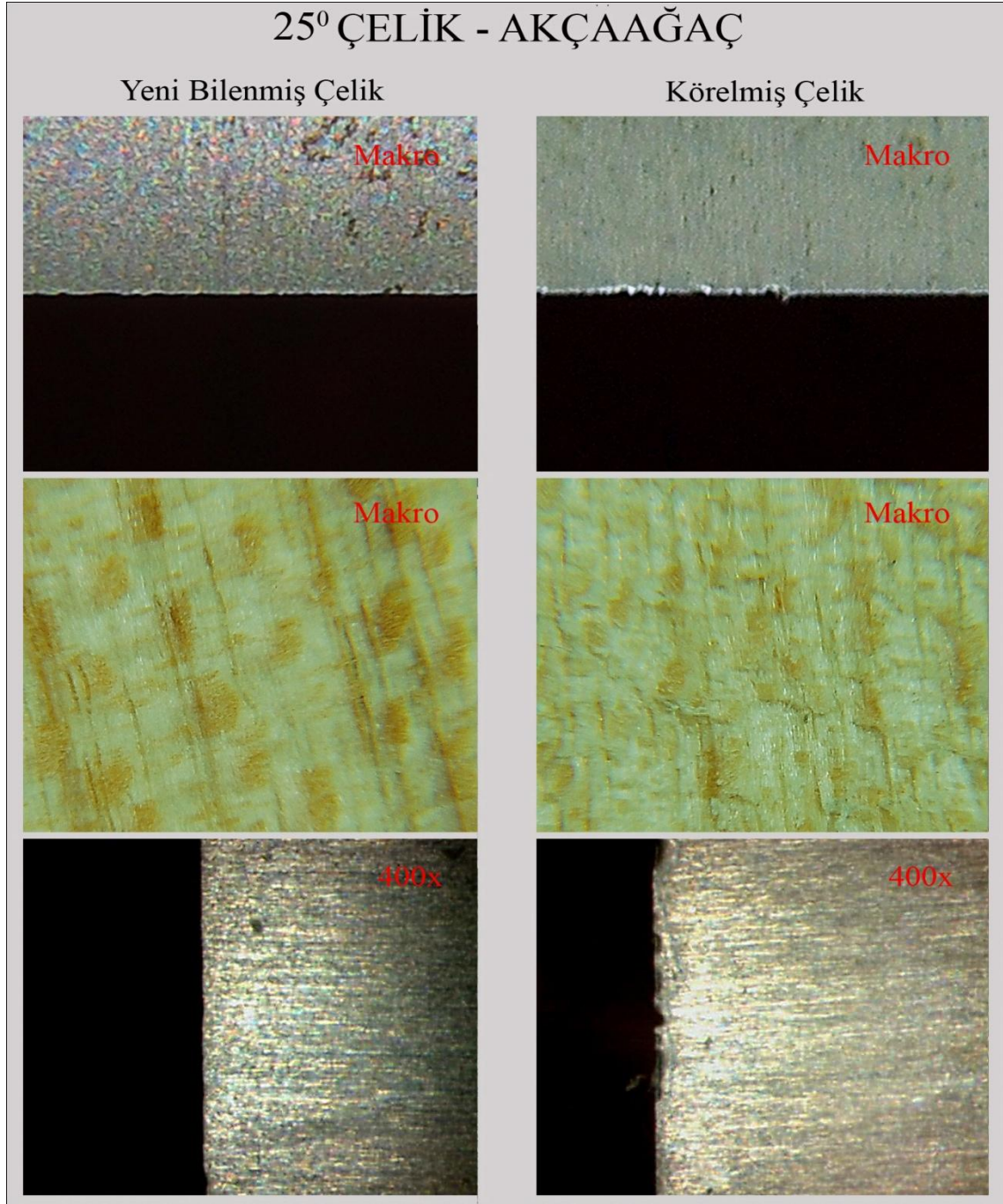
22, 5⁰ ağaç malzeme için dayanıksız bir açı olarak, çabuk zedelenip körelen kesici yüzey şeklinde sonuç vermiştir. 30⁰ açı ise fazla dik ve kaba bir açı olarak, kesim yapmada zorlanan ve ağaç liflerini yolan kesici yüzeyler şeklinde sonuç vermiştir. Diğer iki açı birbirlerine yakın sonuçlar verebilseler de 25⁰ bu testlerin tamamında açık olarak en iyi sonuçları vermiştir.

3.3. Avuç Rendesı İle Akçaagaç Üzerinde Yapılan Test Sonuçları



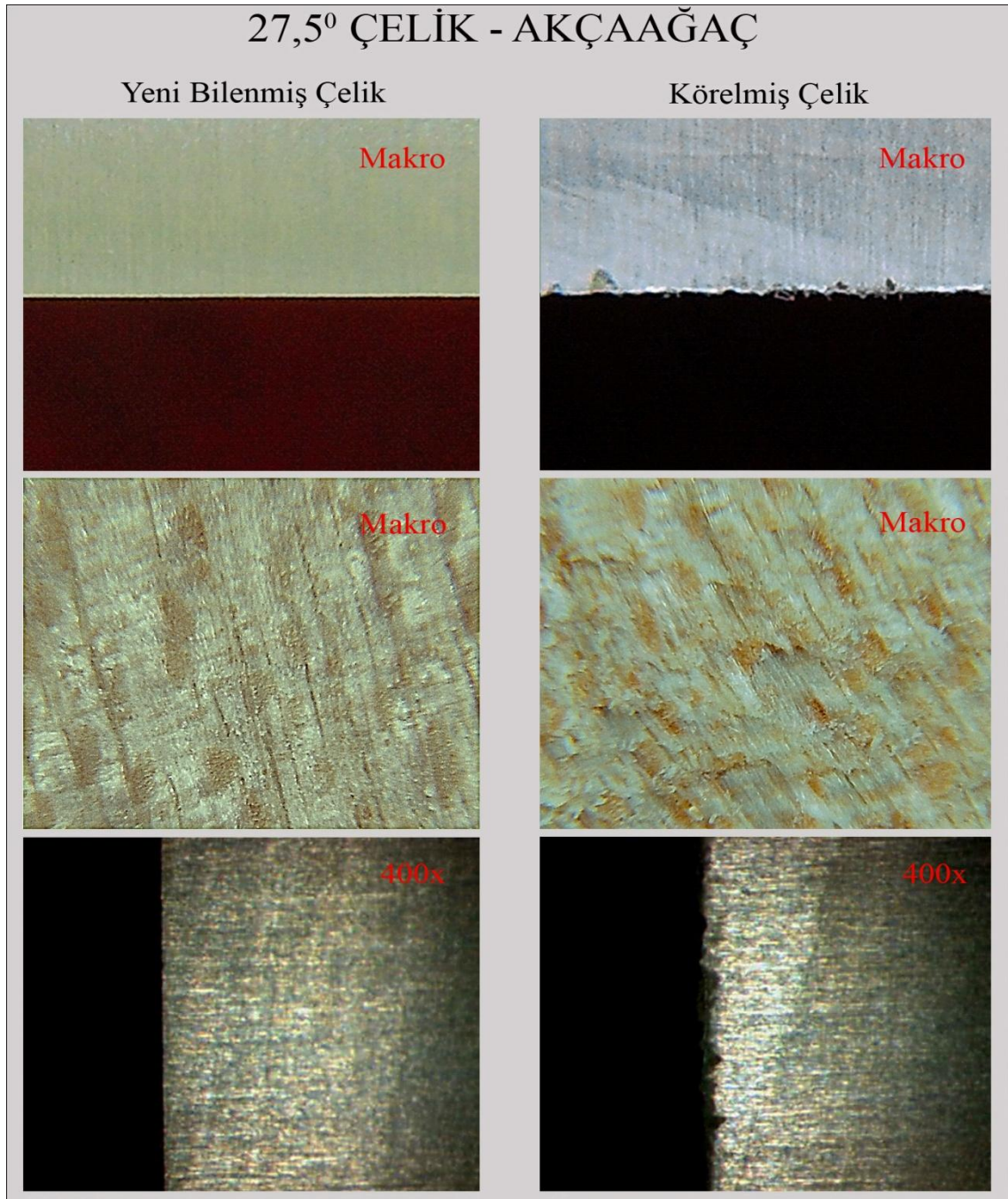
Resim 70. Avuç Rendesinde 22,5° Bileme Açısı Akçaagaç Üzerindeki Sonuçlar

Resim 70.' te avuç rendesi ile 22,5° bileme açısının sonuçları görülmektedir. Rendeleme işlemi zor ve güç gerektirmektedir. Çelik çabuk körelmiş ve sonuçta ağaç yüzeyinde pürüzlenmeler biçiminde kötü bir yüzey bırakmıştır. Körelen kesici yüzeyde büyük çentiklenme ve deformasyon görülmüştür. Bu testte; çelik ortalama 24 metre rendelege sonrası körelip, kesim yapamaz hale gelmiştir.



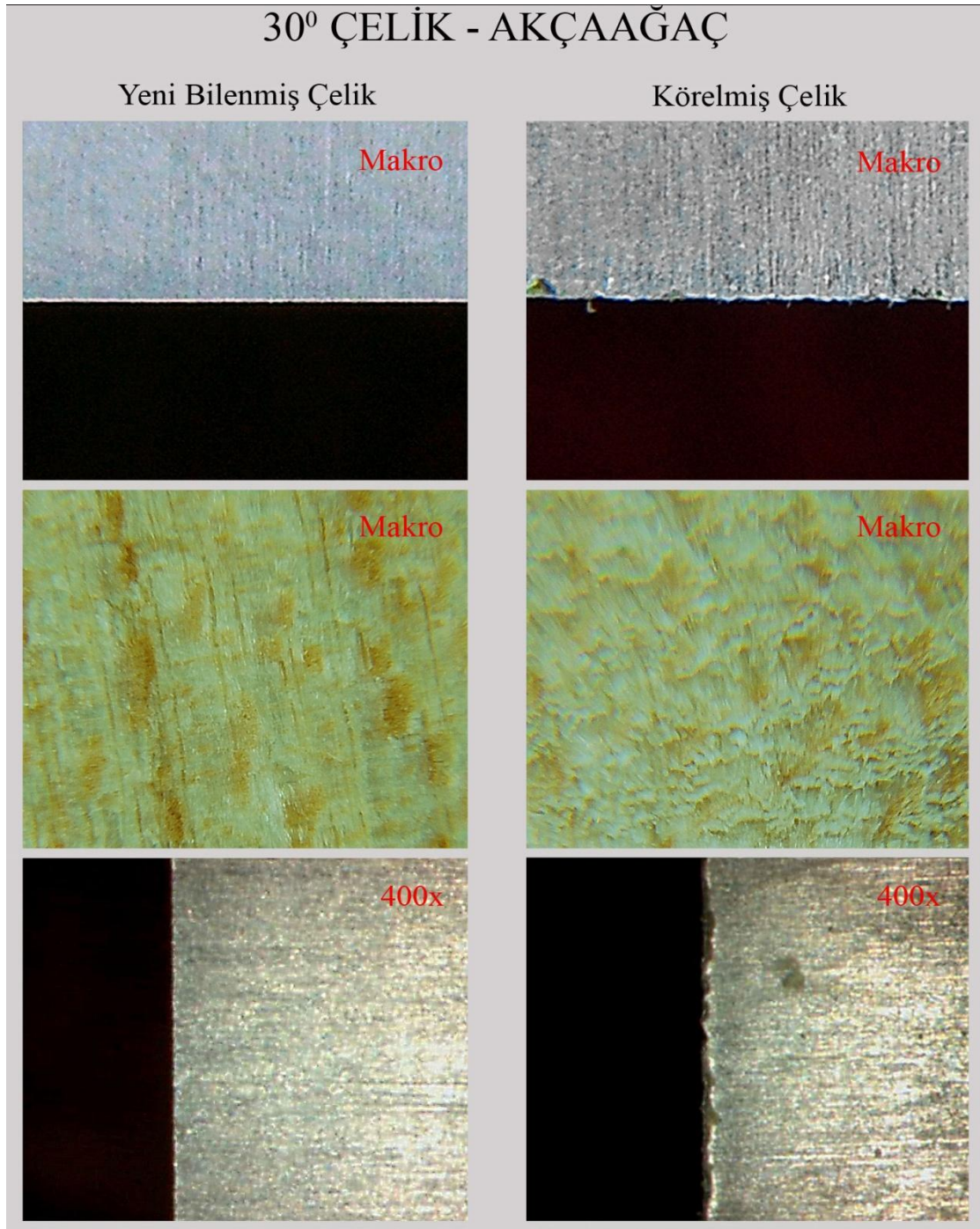
Resim 71. Avuç Rendesinde 25° Bileme Açısı Akçağaç Üzerindeki Sonuçlar

Resim 71.' de avuç rendesi ile 25 ° bileme açısının sonuçları görülmektedir. Rendeleme işlemi tüm açılar arasında en iyisi olarak rahat olmuştur. Çelik keskinliğini orta derecede koruyarak tatminkar sonuçlar vermiştir. Körelen kesici yüzeyde yer yer deformasyon görülmüştür. Bu testte; çelik ortalama 41 metre rendelege sonras körelip, kesim yapamaz hale gelmiştir. Buna göre 25 ° testin en başarılı bileme açısı olmuştur.



Resim 72. Avuç Rendesinde 27,5° Bileme Açısı Akçağaç Üzerindeki Sonuçlar

Resim 72.' de avuç rendesi ile 27,5° bileme açısının sonuçları görülmektedir. Bu açıda çelik iyi ve az kılağılı olarak bilenebilmiştir. Rendeleme işlemi zor ve güç gerektirmektedir. Çelik çabuk körelmiş ve sonuçta ağaç yüzeyinde pürüzlenmeler biçiminde kötü bir yüzey bırakmıştır. Körelen çelikte yer yer deformasyon ve çentiklenmeler görülmüştür. Bu testte; çelik ortalama 16 metre rendelege sonrası körelip, kesim yapamaz hale gelmiştir.



Resim 73. Avuç Rendesinde 30° Bileme Açısı Akçağaç Üzerindeki Sonuçlar

Resim 73.' de avuç rendesi ile 30 ° bileme açısının sonuçları görülmektedir. Bu açıda çelik iyi ve az kılağılı olarak bilenebilmiştir. Rendeleme işlemi zor ve güç gerektirmektedir. Çelik çabuk körelmiş ve sonuçta ağaç yüzeyinde pürüzlenmeler biçiminde kötü bir yüzey bırakmıştır. Körelen çelikte yer yer deformasyon ve çentiklenmeler görülmüştür. Bu testte; çelik ortalama 14 metre rendeleme sonrası körelip, kesim yapamaz hale gelmiştir.

Avuç rendesinin Akçaağaç üzerindeki sonuçlarına göre en başarılı bileme açıları sırasıyla:

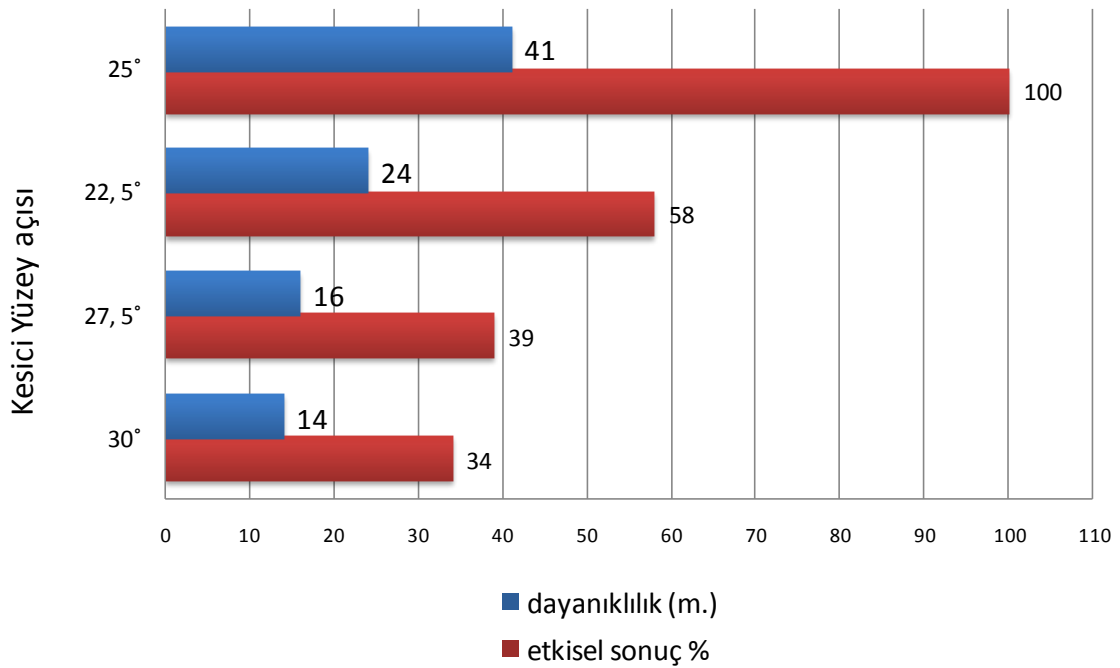
1. 25 °
2. 22, 5 °
3. 27, 5 °
4. 30 °

olmuştur. Bu açılardan sadece 25 ° yeterli sonuçlar vermiştir. Diğer açılar yeterli başarıyı sağlayamamışlardır.

Tablo 35.’ te taşların akçaağaç üzerindeki sonuçlarının iyiden kötüye doğru kıyaslaması vardır.

Bileme Açısı		Bilenme (çelik)	Yüzey kalitesi (ağaç)	Kesim rahatlığı (Akçaağaç)	Dayanıklılık (rendeleme m)	Yorum
1.	25 °	Çok iyi	Orta	İyi	41	Vasat
2.	22, 5 °	İyi	Kötü	Kötü	24	Yetersiz
3.	27, 5 °	Çok iyi	Kötü	Kötü	16	Kötü
4.	30 °	Çok iyi	Kötü	Kötü	14	Kötü

Tablo 35. Avuç Rendesinde Farklı Bileme Açılarının Akçaağaç Üzerindeki Sonuçları



Tablo 36. Avuç Rendesinde Farklı Bileme Açılarının Akçaağaç Üzerindeki Sonuçları

Tablo 36.’ daki grafikte farklı bileme açılarının avuç rendesi ile akçaağaç üzerinde yapılan testlerdeki sonuçları görülmektedir.

En iyi sonuç veren 25 ° ‘lik bileme açısı, 22,5 ° ‘ye göre % 70 civarı daha fazla dayanmıştır.

Testte en kötü sonuçları 30 ° bileme açısı vermiştir. Bu açıda rendeleme işleminin çok güç gerektirmesinin yanı sıra, ağaç dokularında kısa sürede pürüzlenmeler meydana gelmiştir. Ayrıca 30 ° açıda kesici yüzey çok kısa sürede deforme olmuş, zedelenmiş ve dolayısıyla kesim çok zor ve tutarsız hale gelmiştir.

Testlerde denenen açılardan en iyi sonuç verebilenin dahi, akçaağaç üzerinde ortalama sonuçlar vermesi, düşük bıçak eğimli avuç rendelerinin akçaağaç gibi sert yapılı ağaçlarda, büyük çaplı rendeleme yapmaya uygun olmadıklarını göstermektedir.

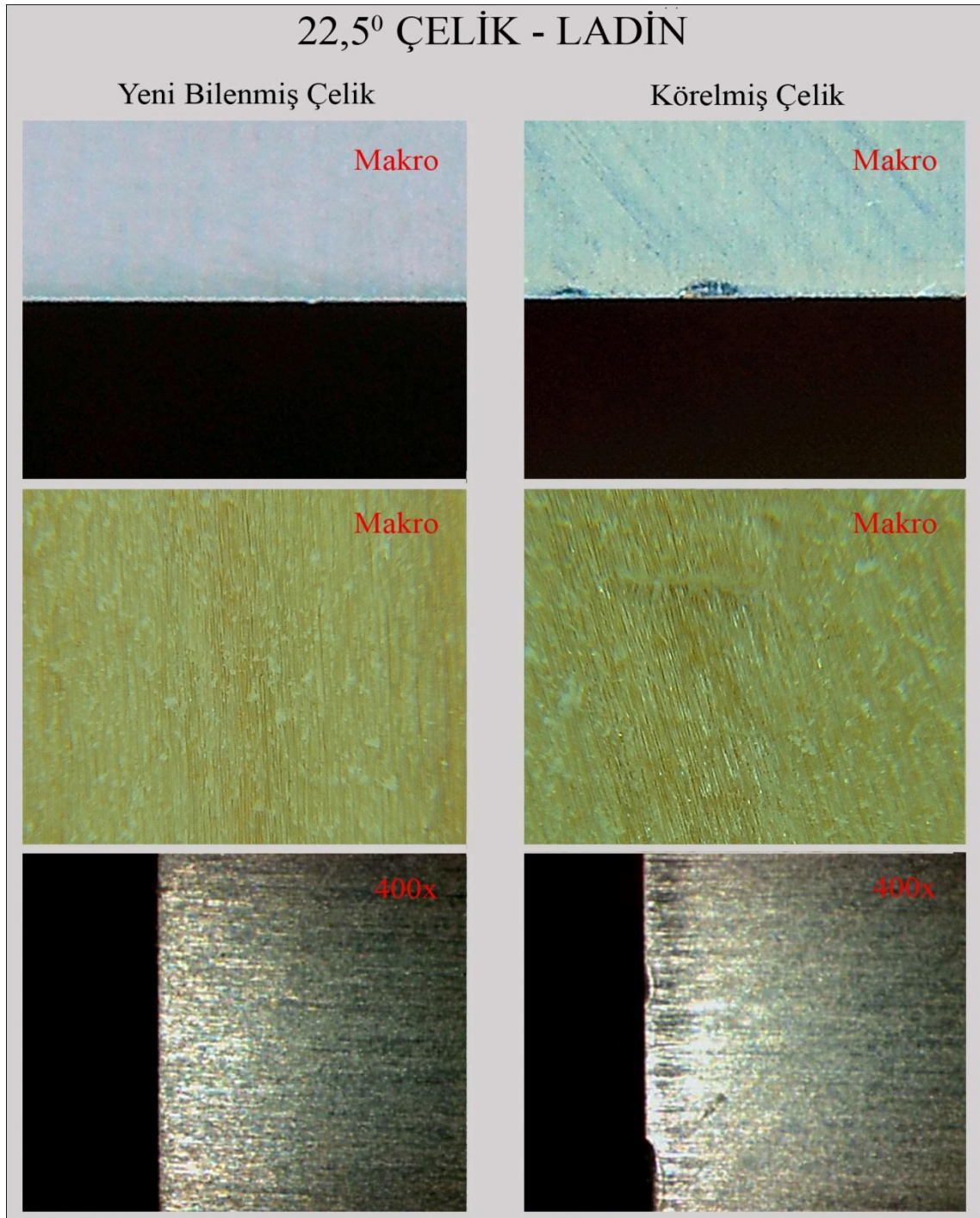
3.4. Avuç Rendesı İle Ladin Ağacı Üzerinde Yapılan Test Sonuçları

Bu testlerde yine avuç rendesi ile 50 cm. boy ve 2,5 cm. kalınlığında ladin ağacından test parçası kullanılmıştır. Tüm 4 farklı test için aynı test yüzeyi kullanılmıştır.

Önceki testlerle aynı biçimde testler sırasında yüzey kalitesi ve kesim rahatlığı not edilmiştir. Ladin ağacının köreltme özelliğinin düşük olmasından dolayı rendeleme işlemi 100 sefer ile sınırlı tutulmuş, sonrasında gerekli fotoğraflar çekilip, sonuçlar not alınmıştır.

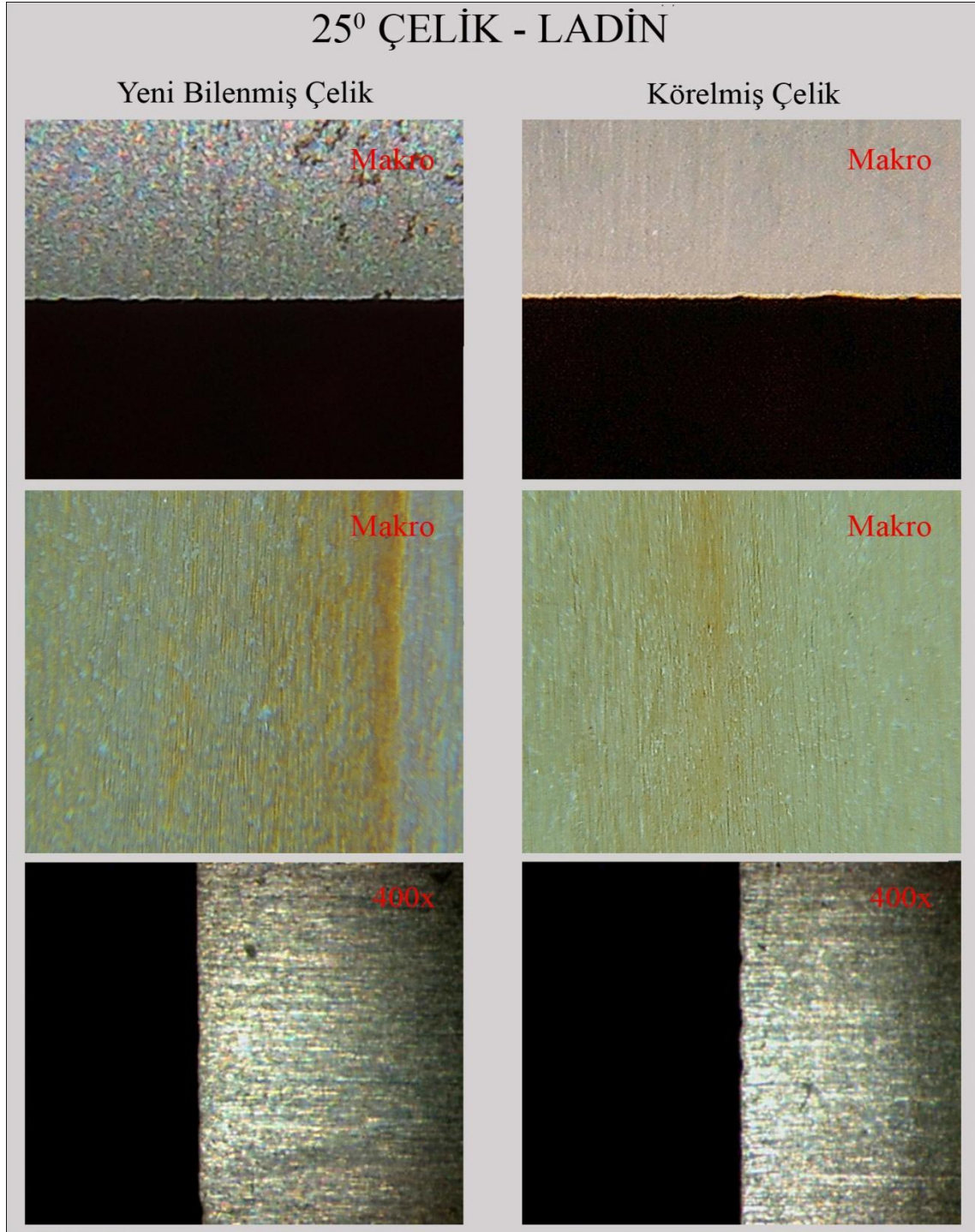
Tutarlılık açısından tüm denemeler 3 kez tekrarlanıp buna göre dayanıklılık ortalamaları alınmıştır. Tüm fotoğraflarda, sol tarafta yeni bileme sonrası sonuçların fotoğrafları, sağ tarafta da körelme sonrası sonuçların fotoğrafları verilmiştir.

Talaş kalınlığının yine diğer testlerde olduğu gibi 0,05 mm. olarak kalmasına özen gösterilmiştir. Tüm fotoğraflarda, sol tarafta yeni bileme sonrası sonuçların fotoğrafları, sağ tarafta da körelme sonrası sonuçların fotoğrafları verilmiştir.



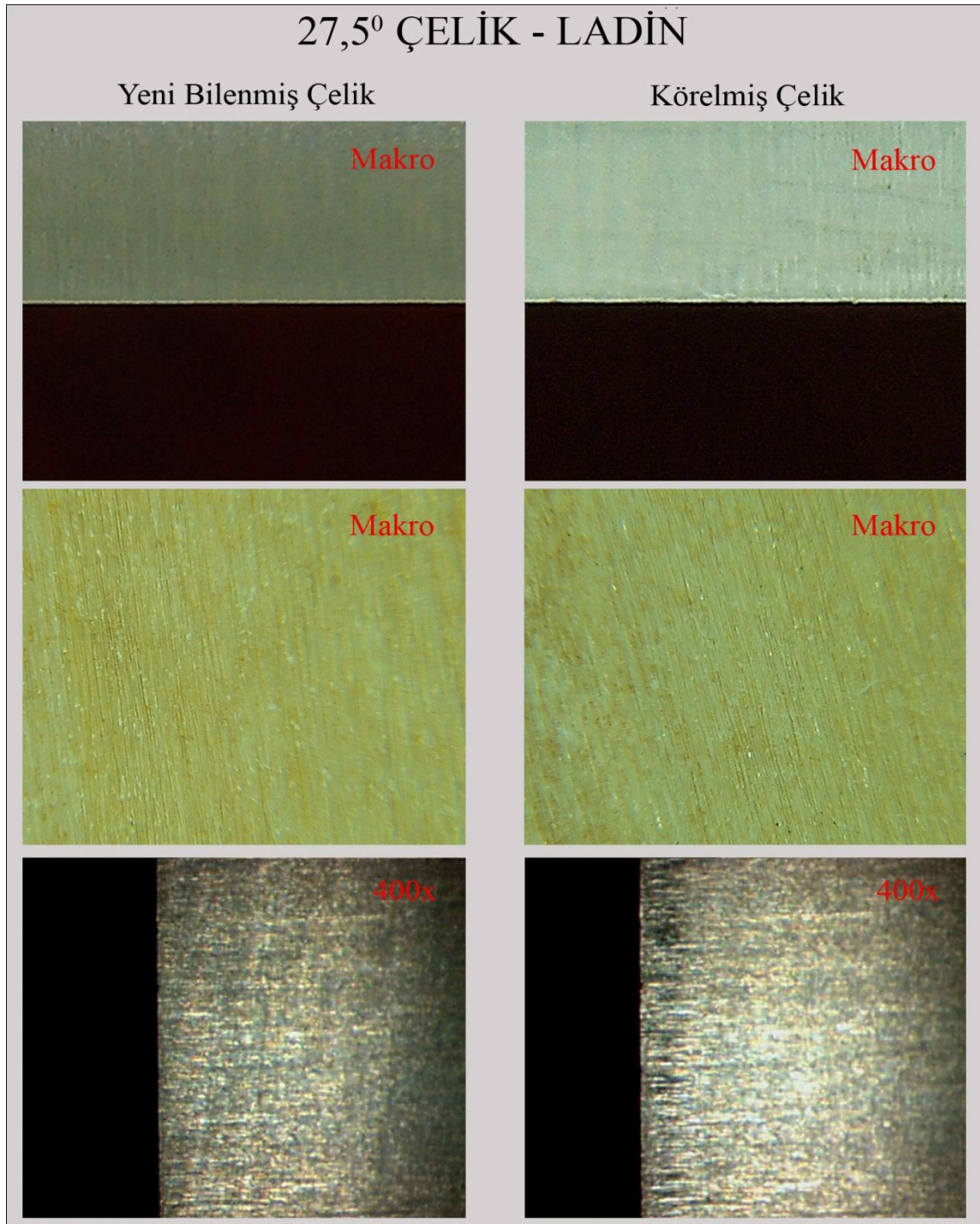
Resim 74. Avuç Rendesinde 22,5° Bileme Açısı Ladin Üzerindeki Sonuçlar

Resim 74.' de avuç rendesi ile 22,5 ° bileme açısının sonuçları görülmektedir. Rendeleme işlemi orta derecede rahat olmuştur. Çelik test boyu keskinliğini orta derece koruyabilmiş, 100 sefer rendeleme sonrası kesici yüzeyde küçük çapak ve deformasyon olmuştur. Yüzey kalitesi kötü olarak not edilmiştir.



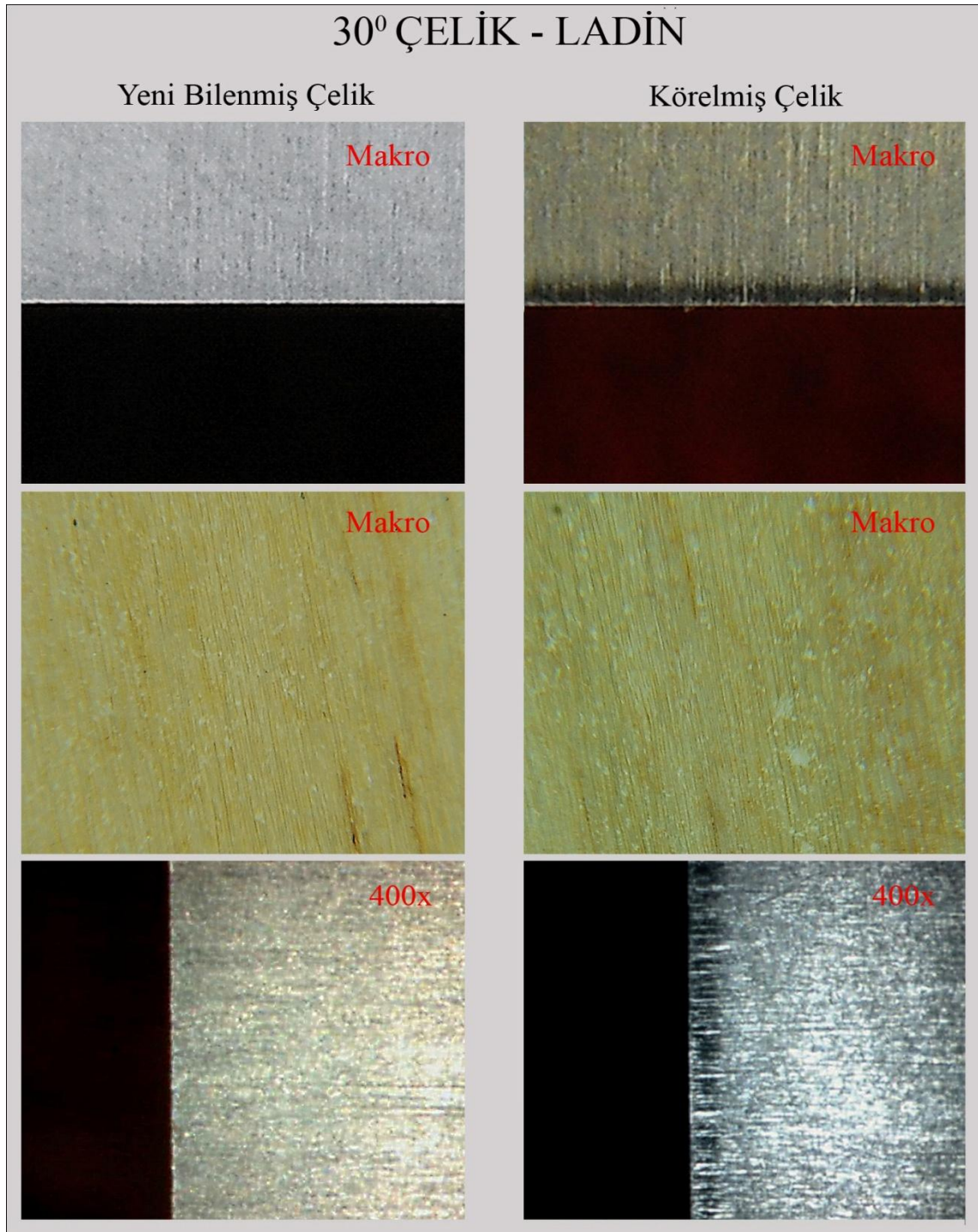
Resim 75. Avuç Rendesinde 25° Bileme Açısı Ladin Üzerindeki Sonuçlar

Resim 75.' de 25° bileme açısının sonuçları görülmektedir. Rendeleme işlemi çok rahat olarak not edilmiştir. Çelik test boyu keskinliğini koruyabilmiş, 100 sefer rendeleme sonrası kesici yüzeyde gözle görülemeyen küçük deformasyonlar olmuştur. Yüzey kalitesi test sonrasında da fazla bozulmayarak iyi olarak not edilmiştir.



Resim 76. Avuç Rendesinde 27,5° Bileme Açısı Ladin Üzerindeki Sonuçlar

Resim 76.' da 27, 5⁰ bileme açısının sonuçları görülmektedir. Rendeleme işlemi çok rahat olarak not edilmiştir. Çelik test boyu keskinliğini koruyabilmiş, 100 sefer rendeleme sonrası kesici yüzeyde fazla bozulma olmamıştır. Yüzey kalitesi test sonrasında da bozulmayarak çok iyi olarak not edilmiştir.



Resim 77. Avuç Rendesinde 30° Bileme Açısı Ladin Üzerindeki Sonuçlar

Resim 77.’ de 30° bileme açısının sonuçları görülmektedir. Rendeleme işlemi çok rahat olarak not edilmiştir. Çelik test boyu keskinliğini koruyabilmiş, 100 sefer rendeleme sonrası kesici yüzeyde fazla bozulma olmamıştır. Yüzey kalitesi test sonrasında da bozulmayarak çok iyi olarak not edilmiştir.

Avuç rendesi ile Ladin ağacı üzerindeki sonuçlara bakıldığında dik olan açıların diğerlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği görülebilmektedir.

22, 5⁰ dışındaki tüm açılar oldukça iyi ve kullanılabilir sonuçlar vermişlerdir. 22,5⁰ 'de kesici yüzeyin zayıf olup deforme olmasından dolayı kötü sonuçlar elde edilmiştir. En iyi sonuçlar 27, 5⁰ ile elde edilmiştir.

Tablo 37. ' de taşların ladin ağacı üzerindeki sonuçları görülebilmektedir.

Bileme Açısı	Bilenme (çelik)	Yüzey kalitesi (ağaç)	Kesim rahatlığı (Ladin)	Dayanıklılık (100 sefer sonrası)	Yorum
22, 5 ⁰	İyi	Kötü	Orta	Orta	Vasat
25 ⁰	Çok iyi	İyi	Çok iyi	İyi	Başarılı
27, 5 ⁰	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Başarılı
30 ⁰	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Başarılı

Tablo 37. Avuç Rendesinde Farklı Bileme Açılarının Ladin Üzerindeki Sonuçları

Bu sonuçlara göre; avuç rendesi ve benzeri tarzdaki düşük bıçak eğimine sahip rendelerde, ladin gibi yumuşak yapılı ağaçlarda iyi sonuçlar alınabiliyorken, akçaağaç gibi sert yapılı ağaçlarda ancak ortalama sonuçlar elde edilebilmektedir. Özellikle 25⁰ kesici yüzey açısı dışındaki tüm derecelerde kötü sonuçlar elde edilmektedir. Buna göre bu tarz rendeler; sert yapılı ağaçlarda ancak küçük detay çalışmalarında kısa süreli kullanıma uygundur.

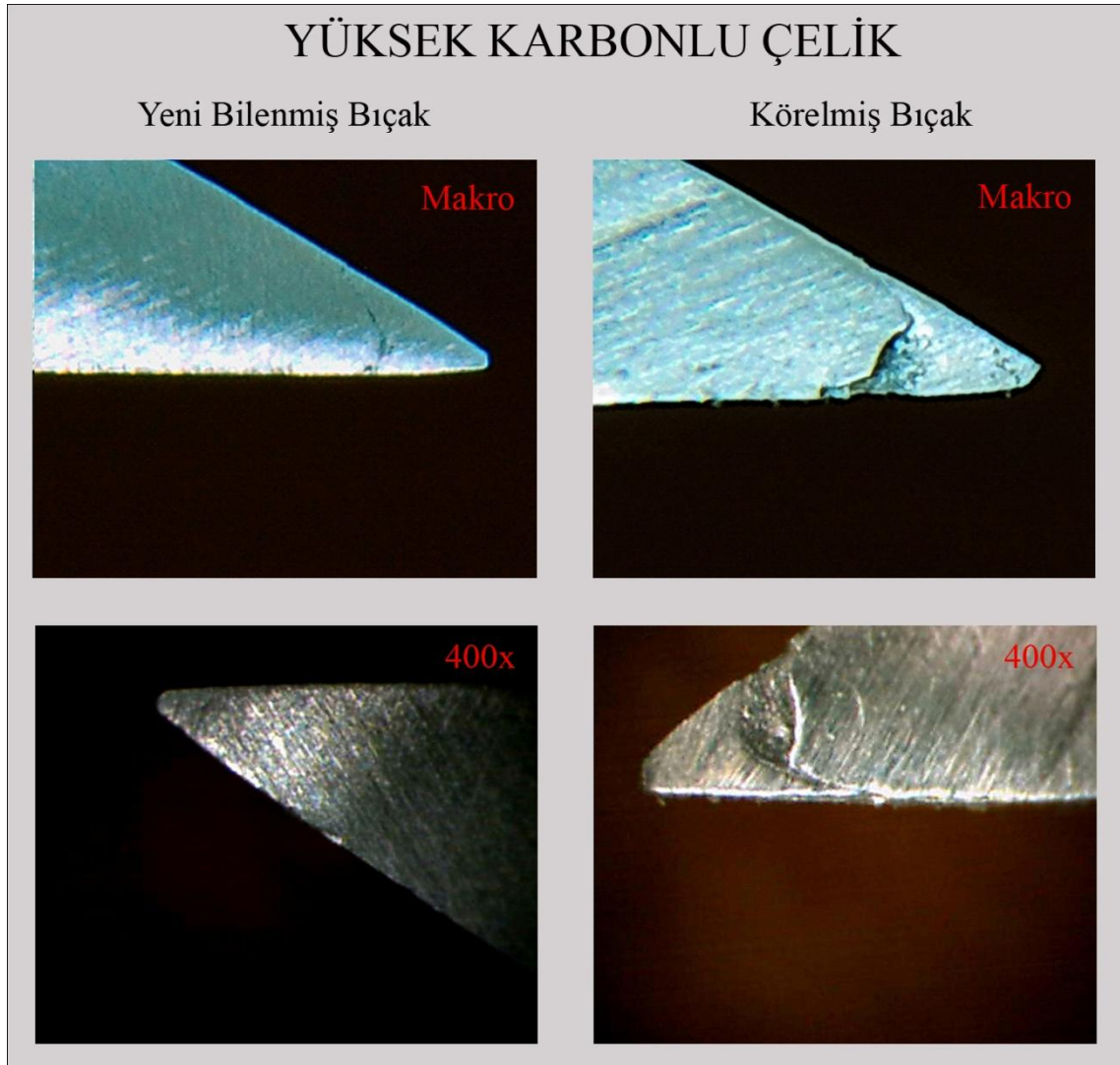
Ladin gibi yumuşak dokulu ağaçlara bakıldığında bu tarz rendelerin, genel olarak rahat kullanıma sahip oldukları ve iyi sonuçlar verdikleri görülebilmektedir. Ladin ağacında 27,5⁰ kesici yüzey açısı ile en iyi sonuçlar elde edilmektedir.

Genel bir sonuç olarak baktığımızda; rendelerde kullanılan kesici bıçakların, kesici yüzey açılarındaki yapılan birkaç derecelik açı farkları, gerek çelikte, gerekte ağaç üzerinde önemli farklar yaratabilmektedir. Testler göstermiştir ki; tüm rende tiplerinde, en iyi sonuçlar öncelikle 25° sonra $27,5^{\circ}$ bileme açısına sahip bıçakla elde edilebilmektedir.

Hemen hemen tüm testlerde $22,5^{\circ}$ dayanıksız ve kolayca dönüp zedelenen, 30° de fazla dik ve hem kesici yüzeyi, hem de ağaç yüzeyini zorlayıp aşındıran bir açı olarak ortaya çıkmıştır. Buna göre her türlü rende gerecinde; kesici çelikte ideal sonuçları veren açılar olarak öncelikle 25° sonra $27,5^{\circ}$ açılarının tercih edilmesi önerilmektedir.

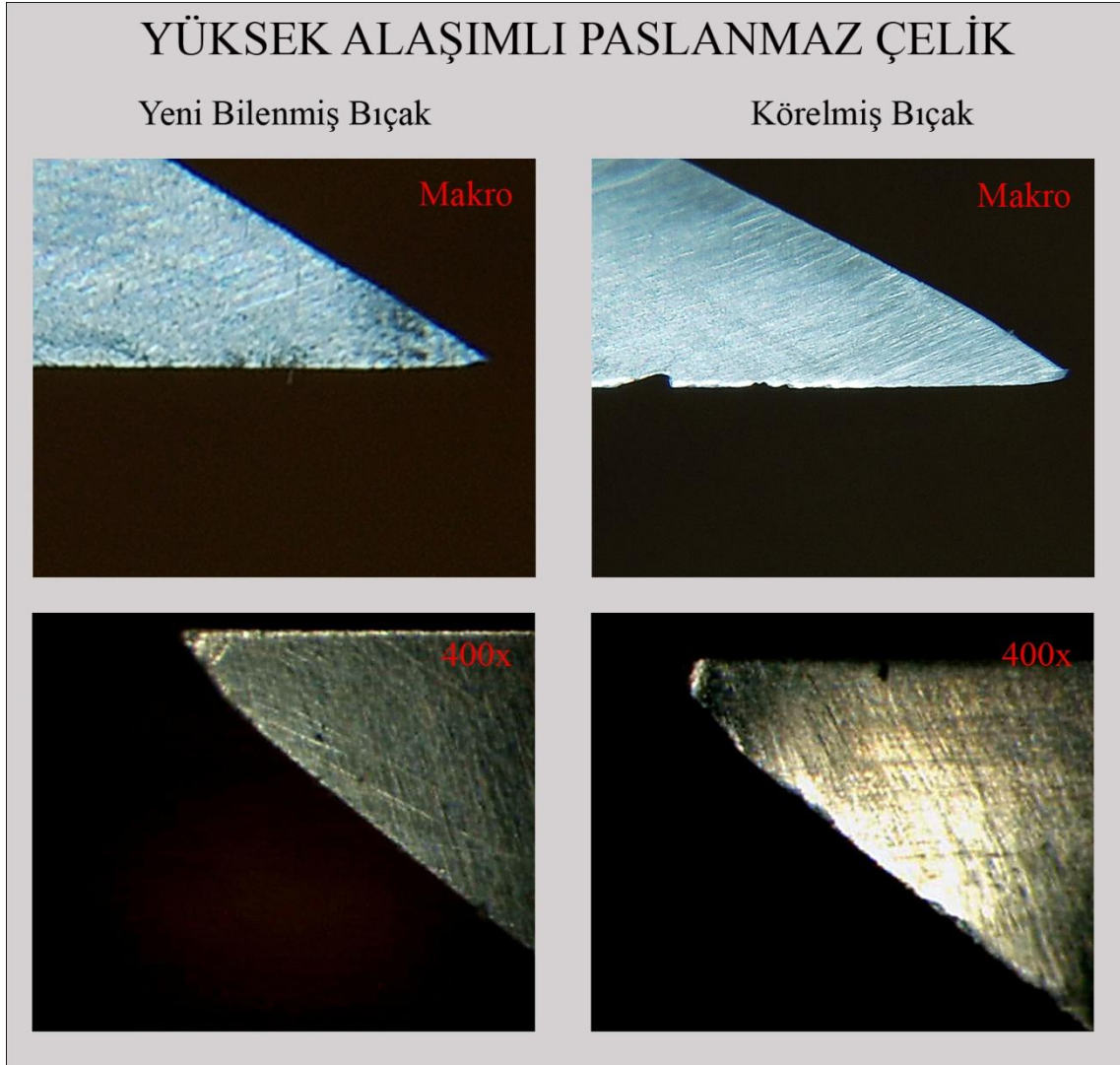
Standart tip rendelerin uzun süreli rendelemeler için daha avantajlı oldukları sayısal değerlerle de ortaya çıkmıştır. Avuç rendeler; düşük eğimli bıçaklarından dolayı hangi açılarla kullanılırlarsa kullanılsınlar, uzun süre rendeleme yapamamışlardır.

4. FARKLI ÇELİK TİPLERİNİN AHŞAP MALZEMEDE KULLANIM KİYASLAMALARI



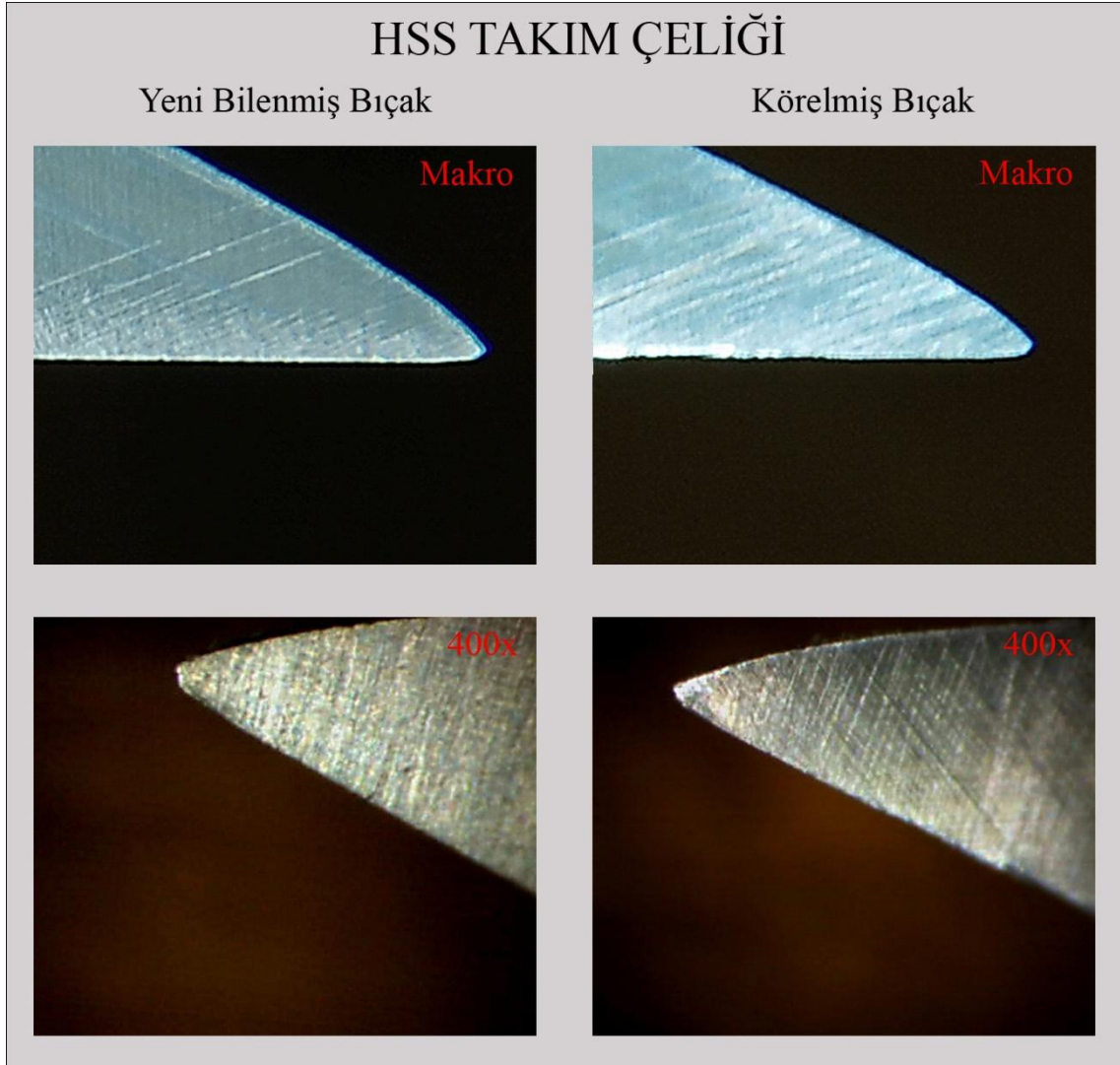
Resim 78. Yüksek Karbonlu Çelik Test Sonuçları

Testlere ilk olarak yüksek karbonlu saf karbon çeliği ile başlanmıştır. Üretici verisine göre 64 Hrc civarı sertliği olan çeliğin bilenme rahatlığı orta derece olarak not edilmiştir. Yüksek karbonlu çelik, testlerde ladin ağacında körelmeden rahat kesim yapmıştır. Ancak kesim sırasında uç kısmına yakın bir yerinde küçük bir metal kütlesi kopması gözlemlenmiştir. Bu çeliğin dövülmesinde kusurlara işaret etmektedir. Akça ağaca geçildiğinde, çelik çok kısa sürede körelmiş ve kesim çok zorlaşmıştır. Kesici yüzey fazla zedelenmemiş ancak fazlaca körelmiş ve kullanılamaz hale gelmiştir.



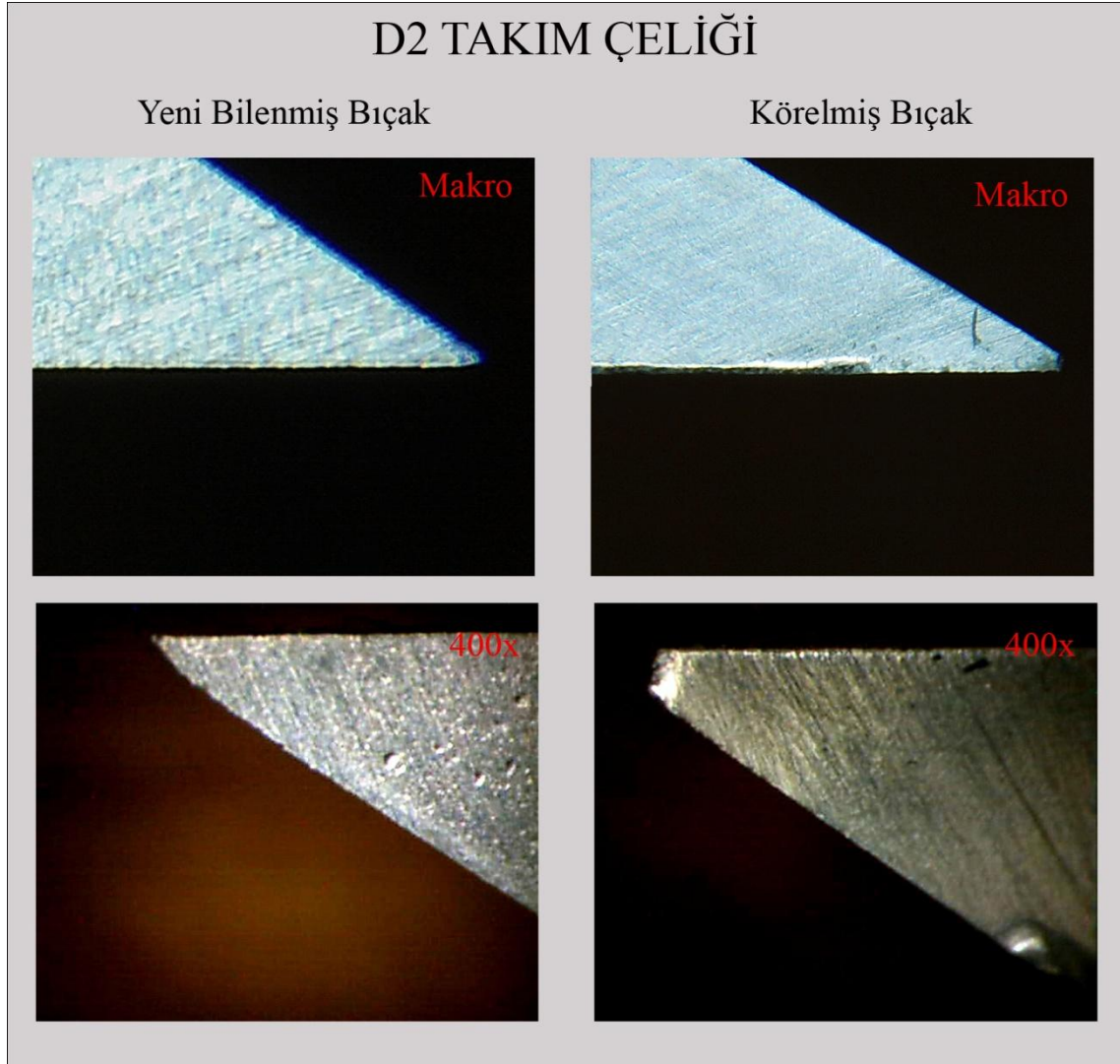
Resim 79. Yüksek Alaşımlı Paslanmaz Çelik Test Sonuçları

Üretici verisine göre 59 - 60 Hrc civarı sertliği olan çeliğin bilenme rahatlığı kolay olarak not edilmiştir. Yüksek alaşımlı paslanmaz çelik, bu testlerde ladin ağacında körelmeden rahat kesim yapmıştır. Ladin testleri sırasında kesici yüzey hafif çentiklenmiş ancak bu, keskinliği ve kullanılabilirliği fazlaca etkilememiştir. Akçaağaçta kesici yüzey kısa sürede zedelenmiş ve kesim zorlaşmıştır. Yer yer deformasyon, büyük çentiklenmeler ve uçta yamulma olmuştur. Akçaağaçta kesim rahatlığı orta olarak not edilmiştir.



Resim 80. HSS Takım Çeliği Test Sonuçları

Üretici verisine göre 65 - 66 Hrc civarı sertliği olan çeliğin bilenme rahatlığı zor olarak not edilmiştir. HSS yüksek hız takım çeliği, bu testlerde ladin ağacında körelmeden çok rahat kesim yapmıştır. Ladin testleri sırasında kesici yüzeyde hiçbir hasar oluşmamıştır. Akçaağaçta da aynı şekilde kesici yüzey hemen hemen hiç zedelenmeden testi tamamlamıştır. Akçaağaçta kesim rahatlığı iyi olarak not edilmiştir. HSS çeliği testler sonrası hala orta derecede kesiciliğe sahip olarak testin en iyi sonuçlarını vermiştir.



Resim 81. D2 Takım Çeliği Test Sonuçları

Üretici verisine göre 64 Hrc civarı sertliği olan çeliğin bilenme rahatlığı zor olarak not edilmiştir. D2 soğuk iş takım çeliği, bu testlerde ladin ağacında, körelmeden çok rahat kesim yapmıştır. Ladin testleri sırasında kesici yüzeyde hiçbir hasar oluşmamıştır. Akçaağaçta, bir süre sonra kesici yüzeyde ve uçta deformasyon olmuştur. Deformasyon olmayan kısımlar keskinliğini orta derecede muhafaza etmiştir. Akçaağaçta kesim rahatlığı orta olarak not edilmiştir. Testler sonrası keskinliğini bir miktar daha koruyarak ikinci en iyi çelik olmuştur.

Dört farklı çelik üzerindeki bu test sonuçlarına bakıldığında, fotoğraflardan da açık şekilde görüleceği üzere daha yeni ve teknolojik çelikler olan takım çelikleri diğerlerine üstünlük sağlamışlardır. HSS çeliği testin en başarılısı olmuştur. **Tablo 38.** 'de sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Çelik	Tür	Sertlik (Hrc)	Bilenme rahatlığı	Dayanıklılık Ladin	Dayanıklılık Akçaağaç	Yorum
Karbon Çeliği	Yüksek Karbonlu	64	Orta	İyi	Çok kötü	Yetersiz
Alaşım Çeliği	Yüksek alaşımlı, paslanmaz	60	Kolay	İyi	Orta	Vasat
HSS	Yüksek hız takım çeliği	65	Zor	Çok iyi	İyi	Başarılı
D2	Soğuk iş takım çeliği	64	Zor	Çok iyi	Orta	Başarılı

Tablo 38. Çelik Tiplerinin Karşılaştırılması

Burada ilk dikkat edilmesi gereken durum sadece Rockwell sertliğinin tek başına bir iyilik ya da dayanıklılık unsuru olarak ele alınamayacağıdır. Çünkü 64 Hrc gibi yüksek bir sertliğe sahip karbon çeliği, 60 Hrc sertliğe sahip alaşım çeliğinden daha kötü sonuçlar vermiştir. Buradan; Rockwell sertliği yanında, çeliğe katılan alaşım elemanları ve üretim sırasındaki ısı işlemin de son derece önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu, yaklaşık aynı rockwell sertliklerinde olan, ama farklı oranlarda alaşım elemanlarına sahip olan hss ve d2 çelikleri arasındaki farklardan anlaşılabilmektedir.

Sağlamlık açısından bu dört çeliğe bakıldığında; karbon çeliği sağlamlığını yüksek oranda karbon içermesinden, alaşım çeliği içerisinde dengeli alaşım oranlarından, Hss çeliği yüksek orandaki molibden eklentisinden ve d2 çeliği de yüksek orandaki krom, karbon, vanadyum eklentisinden elde etmektedir.

Testlere hazırlanma aşamasında kesici gereçler bilenirken, 60 Hrc sertliğindeki paslanmaz alaşım çeliği dışındaki tüm çeliklerin bilenmelerinin daha zor olduğunu görülmüştür. Diğer üç çeliğin 64 Hrc ve üzeri sertliklere sahip ve yüksek oranda karbon, molibden, vanadyum içermektedirler. Bu durum; yüksek rockwell sertliğine sahip ve karbon, molibden, vanadyum gibi elementleri yüksek oranda ihtiva eden çeliklerin bilenmelerinin zor olacağını göstermektedir.

Bu testin sonuçlarına göre, molibden, vanadyum gibi alaşım elemanlarının çelikte önemli avantajlar getirdikleri görülmektedir. Yeni nesil takım çeliklerinin, ahşap malzemede kullanmak için karbon ve paslanmaz çeliklere göre daha başarılı oldukları açıktır. Dolayısıyla çalgı yapım sanatında kullanılan her türlü kesici el aletinde, vanadyum, molibden gibi elementleri barındıran çeliklerin seçilmesi gerekmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye’de enstrüman yapım sanatı ulusal anlamda giderek yaygınlaşıp, gelişmekte ve evrensel anlamda diğer ülkelerle rekabet eder hale gelmektedir. Üniversitelerin çalgı yapım bölümlerinde verilen akademik eğitimler doğrultusunda alanında yetkin profesyonel enstrüman yapımcılarının sayıları artmaya devam etmekte ve ortaya her seferinde daha iyi eserler konulmaktadır.

Türkiye’deki enstrüman yapım sanatçılarının, uluslararası enstrüman yapımı alanında öne çıkabilmeleri için kendilerini hem sanatsal anlamda, hem teknik anlamda hem de bilimsel anlamda donanımlı ve yetkin hale getirmeleri gerekmektedir.

Bu sanat alanında başarılı olmak için; sadece el işçiliğini ve tekniğini geliştirmekle kalmayıp, ayrıca bilimsel anlamda da her konuda sorgulayıcı ve araştırmacı olmak son derece önemlidir.

Bu amaçla üzerinde çalışılıp, araştırma yapılabilecek alanlardan biri de çalgı yapım sanatında kullanılan kesici el aletleridir. Bu çalışmada çalgı yapım sanatında temiz ve iyi bir işçilik için, kullanılan kesici el aletlerinin türleri, çelikleri, bunları bileme gereçleri hakkında temel bilgiler verilmiştir. Bu kesici gereçlerin nasıl seçilecekleri ve bunlar ile nasıl en iyi sonuçlar alınabileceği araştırılmıştır.

Herhangi bir enstrüman yapılırken, bu enstrümanın hem teknik, hem de estetik anlamda mükemmel olabilmesi için; ağaç malzeme seçimine ve işçilik temizliğine gösterilen özen, aynı şekilde kullanılan her türlü gerece de gösterilmelidir. Bu tezin ana konusu olan kesici el aletleri, enstrüman yapımında en sık kullanılan gereçlerdendir. Böyle bir durumda sanatçıların; enstrüman yapım ve restorasyon çalışmalarında, yapılan uygulamanın doğru, temiz ve estetik olabilmesi için; kullandıkları kesici el aletini tam olarak tanımaları ve uygulama alanına göre hangisinin en uygun olduğunu belirleyebilmeleri gereklidir.

Bir enstrüman yapımcısı için; kullandığı kesici el aletlerinde en önemli konular, gerecin tam işlerliği, kesme kalitesi ve dayanıklılığıdır. Kesici el aletinin bunların hepsinde başarılı olabilmesi için; yüksek dayanımlı ve kaliteli bir çeliğe sahip olması gerekmektedir. Bu çalışmada yapılan anket araştırması sonuçlarına göre; yapımcıların büyük bir kısmı takım çelikleri ile en iyi verimi almaktadırlar. Yapılan test sonuçlarında da takım çeliği, diğer çelik tiplerine göre gerek kesim kalitesinde, gerek dayanıklılıkta daha başarılı olmuştur.

Takım çeliklerinde; çeliğe özel nitelikler kazandıran molibden, titanyum, kobalt, vanadyum gibi elementlerin yüksek miktarlarda bulunması; bu çeliklere pek çok endüstri alanında olduğu gibi, enstrüman yapım sanatında da dayanıklılık konusunda avantaj sağladıkları deney sonuçlarında görülebilmektedir.

Günümüzde birçok kesici el aleti üreticisi de; ürettikleri gereçlerin çoğunu hava soğutma (A~), yağ soğutma (O~), yüksek hız (HSS) ve soğuk iş çeliği (D~) gibi takım çeliklerinden imal etmektedirler.

Bir enstrüman üzerinde çalışırken kesim kalitesini; dolayısıyla işçilik kalitesini doğrudan etkileyen bir diğer faktör de; kullanılan kesici el aletlerinin hangi malzemeler ile bilenip kesime hazırlandıklarıdır. Bileme tekniklerine dikkat etmeden ya da bilinçsizce yapılan bileme işlemi, doğal olarak kullanılan el aletinin kesim kalitesini olumsuz etkileyecek ve ağaç malzemedede istenilen kalitede yüzey elde edilemeyecektir.

Anket sonuçlarına göre yapımcıların önemli bir kısmı, çeşitli taşlar içerisinde en iyi verimi öncelikle su taşları, sonra seramik taşları ile almaktadırlar. Küçük bir grup yağ taşlarıyla iyi sonuç alırken, elmas taşlarla istenen yeterlilikte sonuç alabilen olmamıştır. Yapılan testlerde bunları destekler niteliktedir. Farklı olarak; dayanıklılık kriterine göre seramik taşlar su taşlarından daha iyi sonuçlar vermişlerdir.

Bileme taşları ile tüm test sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; en iyi sonuçları 1000 kum değerindeki seramik taşların verdiği görülmüştür. Bu taşlar, çeliği fazla zedelemekten bileme yapmaları sayesinde; iyi ve dayanıklı kesimlere olanak sağlamışlardır. 800 - 1200 kum aralığındaki su taşları, seramik taşlara benzer sonuçlar elde ederken, daha ince kumlu su taşları, yağ taşları ve elmas taşlar genel olarak istenilen verimi sağlayamamıştır. Buna göre; kullanılan kesici el aletlerinin bileme işlemlerinde, 1000 kum değerindeki seramik taşlar ve sonrasında 800 - 1200 kum aralığındaki su taşlarının kullanımı en iyi verimi vermektedir.

Çalışmanın anket sonuçlarına göre; yapımcıların büyük bir kısmı 25° bileme açısında genel olarak en iyi verimi almaktadırlar. Test sonuçlarında da gerek akçağaç gibi sert yapılı, gerek ladin gibi yumuşak yapılı ağaçlarda hem kesme kalitesi, hem kesme dayanıklılığı gibi konularda en iyi verimi 25° bileme açısının verdiği görülmüştür.

Tüm bu yapılan test sonuçları ve anket verileri birlikte değerlendirildiğinde; bilimsel ve tutarlı bir sonuç ortaya çıkmıştır. Buna göre yapımcılar; takım çeliğinden imal edilmiş ve 1000 - 1200 kum aralığındaki seramik ya da su taşları ile 25° açıda bilenmiş kesici el aletleriyle gerek kesim kalitesi, gerek kullanım rahatlığı, gerekse alet dayanıklılığı gibi konularda en iyi sonuçları alacaklardır.

Elde edilen bu bulguların, bilimsel bir çalışma olarak, Türkiye'deki enstrüman yapım sanatçılarına teknik anlamda yardımcı olacağı düşünülmektedir. Ağaç malzeme seçimi, çalışma tekniği gibi konulara gösterilen özenin yanında; bu araştırmada elde edilen sonuçları göz önüne alarak çalışmak, temiz ve kusursuz nitelikte çalgılar üretilmesine katkı sağlayacaktır.

Bu çalışma; elde edilen anket ve test verileriyle bilimsel temel bir kaynak olarak, üzerinde yürütüldüğü alanda, ileride yapılabilecek akademik araştırmalar için kaynak oluşturabilir.

KAYNAKÇA

- Bird, Lonnie. **Taunton's Complete Illustrated Guide to Using Woodworking Tools.** Newtown, CT: Taunton Press, 2004.
- Bütz, Richard. **How to Carve Wood.** Newtown, USA: Taunton Press, 1984.
- Brandt, Daniel A. **Metallurgy Fundamentals.** Tinley Park, Ill.: Goodheart-Willcox, 2005.
- Degarmo, E. Paul. **Materials and Processes in Manufacturing.** 9th edition. Hoboken, N.J.: Wiley, 2003.
- Ellenwood, Everett. **The Complete Book of Woodcarving: Everything You Need to Know to Master the Craft.** East Petersburg, PA: Fox Chapel Publishing, 2008.
- English, John. **Woodworker's Guide to Sharpening.** East Petersburg, PA: Fox Chapel Publishing, 2008
- Greenwood, N. N., A. Earnshaw. **Chemistry of the elements,** Oxford: Butterworth-Heinemann, 1984.
- Güngör, Yasin. **Malzeme Bilgisi.** Birinci Basım. İstanbul: Beta, 2001.
- Hack, Garrett. **The Handplane Book.** Newtown, CT: Taunton Press, 1999.
- Hasluck, Paul Nooncre. **The Handyman's Book.** Second Edition, Berkeley, CA: Ten Speed Press, 2001.
- Hoadley, R. Bruce. **Understanding Wood: A Craftsman Guide to Wood Technology.** Newtown, Conn.: Taunton Press, 2000.
- Homans, Isaac Smith. **A Cyclopedia of Commerce and Commercial Navigation.** Second Edition. New york: Harper and Brothers, Publishers, 1859.
- Honeycombe, R. W. K. **Steels: microstructure and properties.** London: E. Arnold, 1981.

Hummel, Rolf E. **Understanding materials science: history, properties, applications.** 2nd edition. New York: Springer, 2004.

İpek, Rasim. **Pratik Malzeme Bilgisi.** Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi, 1999.

Jay, Sarah. **Knives Cooks Love: Selection, Care, Techniques, Recipes.** Kansas city, Missouri: Andrews Mcmeel Publishing, 2008.

Jeffus, Larry. **Welding: principles and applications.** 5th edition. United States of America: Delmar Learning, 2004

Lee, Leonard. **Complete Guide to Sharpening.** Newtown, CT: Taunton Press, 1995.

Mills, Watson E., Roger Aubrey Bullard. **Mercer Dictionary of the Bible.** 2nd Edition. Georgia: Mercer University Press, 1990.

Oberg, Erik, Franklin D. Jones, Holbrook Lynedon Horton. **Machinery's Handbook.** 26th edition. New York: Industrial Press, 2000.

Pye, Chris. **Woodcarving: tools, materials & equipment,** Lewes, East Sussex: Guild of Master Craftsman Publications, 2002.

Roberts, George Adam, Robert A. Cary. **Tool Steels.** 4th edition. Metals Park, Ohio: American Society for Metals, 1980.

Semiatin, S. L., D. E. Stutz. **Induction Heat Treatment of Steel.** Metals Park, Ohio: American Society for Metals, 1986.

Sharpening Basics. **The Art of Woodworking.** Vol. 16. Montreal, New York: St Remy Press, 1994

Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, **Industrial Minerals & Rocks: Commodities, Markets and Uses.** 7th edition. Littleton, Colorado: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 2006.

Stack, Jim. **The Everything Woodworking Book: A Beginners Guide to Creating Projects from start to finish.** USA: Adams Media, 2005.

T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, KOSGEB Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı. **Çelik Malzemelerin Seçimi ve Standartları.** Ankara: Ankara Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Eğitim Merkezi, 1992.

Tekin, Adnan. **Çeliklerin Metalürjik Dizaynı**. İstanbul: Doyuran Matbaası, 1981.

Tez, Zeki. **Madencilik ve Metalürji Tarihi**. İstanbul: Kitapsaray Yayınları, 1989.

The Culinary Institute of America, **The Professional Chef's Knife Kit**. New York: J. Wiley, 2000.

Thelning, Karl Erik. **Çelik ve Isıl İşlemi**. Çeviren: Adnan Tekin. İstanbul: Hakan Ofset, 1984.

Time-life Books, **The Art of Woodworking Vol 16. Sharpening and Tool Care**. Montreal, New York: St. Remy Press, 1994.

Unterwiser, Paul M., Howard E. Boyer, James J. Kubbs. **Heat treater's guide : standard practices and procedures for steel**. Metals Park, Ohio: American Society for Metals, 1982.

Ure, Andrew. **Ure's Dictionary of Arts, Manufactures and Mines**. Vol 2. Sixth edition. London: Longmans, Green and CO., 1867.

Yalçın, Hayri, Metin Gürü. **Malzeme Bilgisi**. Ankara: Palme Yayıncılık, 2002.

Aceros de Hispania. **Stones to Sharpen**.

<http://www.aceros-de-hispania.com/stones-to-sharpen.asp?listado=stones-to-sharpen>

(Erişim Tarihi 30.05.2009)

Alaşım Elementlerinin Çelik Yapısına Etkisi.

http://www.hurcelik.com.tr/tr/alasim_elementlerin_etkisi.html

(Erişim Tarihi 26.04.2009)

Alaşım Elementlerinin Çeliklere Etkileri.

<http://www.akcelik.com.tr/?lang=tr&sayfa=icerik&cat=subpage&id=90>

(Erişim Tarihi 25.04.2009)

American Federation of Mineralogical Societies. **Mohs Scale of Mineral Hardness.**
http://www.amfed.org/t_mohs.htm (Erişim Tarihi 20.11.2009)

American Iron and Steel Institute. **Steel Glossary.**
http://www.steel.org/AM/Template.cfm?Section=Steel_Glossary2&CONTENTID=6426&TEMPLATE=/CM/HTMLDisplay.cfm (Erişim Tarihi 12.03.2009)

Ardennes Coticule, Belgian **Whetstones: Unique in the World.**
<http://uk.ardennes-coticule.com/index.asp?id=384> (Erişim Tarihi 26.05.2009)

Çeliklerle İlgili Bazı Önemli Bilgiler.
<http://www.mizancelik.com.tr/?mode=haber> (Erişim Tarihi 7.05.2009)

Smucker, Dave. Appalachian Chapter of Blacksmiths. **Steels Useful for Tools.**
<http://tidewaterblacksmiths.net/1.html> (Erişim Tarihi 9.05.2009)