

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**POTASYUM TETRAFLOROBORAT (KBF_4) BİLEŞİĞİNİN
ZIMPARA ÜRETİMİNDE KATKI MADDESİ OLARAK
KULLANILMASI VE ÜRÜN PERFORMANSINA OLAN
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kimyager Tuğba CENGİZ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Yüksel ABALI

Anabilim Dalı : Kimya

Programı : Fizikokimya

MANİSA 2013

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**POTASYUM TETRAFLOROBORAT (KBF₄) BİLEŞİĞİNİN
ZIMPARA ÜRETİMİNDE KATKI MADDESİ OLARAK
KULLANILMASI VE ÜRÜN PERFORMANSINA OLAN
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kimyager Tuğba CENGİZ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 02.01.2013

Tezin Savunulduğu Tarih : 09.01.2013

Tez Danışmanı

: Prof. Dr. Yüksel ABALI

Diğer Jüri Üyeleri

: Prof. Dr. Bedrettin MERCİMEK

: Yrd. Doç. Dr. Kamil ŞİRİN

MANİSA 2013

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER.....	iii-vi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	viii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
TEŞEKKÜR.....	xii
TÜRKÇE ÖZET.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1.GİRİŞ.....	1
1.1.Genel Bilgiler.....	16
1.1.1 Borun Tarihçesi.....	16
1.1.2. Bor Rezervleri.....	16
1.1.3. Bor ve Bileşikleri.....	17
1.1.3.1. Borun Kristal Yapısı.....	19
1.1.4. Borun Kullanım Alanları.....	22
1.1.5. Bor Alaşımları.....	26
1.1.6. Potasyum Tetrafloroborat.....	26
1.1.7. Bor ve Bor Ürünlerinin Geleceği.....	28
1.1.8. Ulusal Bor Politikamız.....	29
1.2. Aşındırıcı Malzemeler.....	31
1.2.1. Aşındırıcıların Tarihçesi.....	31
1.2.2. Aşındırıcılar.....	31
1.2.2.1. Aşındırıcıların Sertliği.....	31
1.2.2.2. Aşındırıcıların Kırılmaya Karşı Dayanıklılığı.....	34
1.2.2.3. Aşındırıcıların Kırılma Şekli.....	34
1.2.3. Aşındırıcı Malzemeler.....	34
1.2.4. Aşındırıcı Türleri.....	35
1.2.4.1. Doğal Aşındırıcılar.....	35
1.2.4.1. a) Doğal elmas.....	35
1.2.4.1. b) Kuvars.....	35
1.2.4.1. c) Pomza taşı.....	35
1.2.4.1. d) Grenat.....	35
1.2.4.1. e) Zımpara.....	35

1.2.4.1. f) Doğal korund.....	36
1.2.4.2. Yapay Aşındırıcılar.....	36
1.2.4.2. a) Alüminyum oksit.....	36
1.2.4.2. b) Silisyum karbür.....	37
1.2.4.2. c) Yapay elmas.....	37
1.2.4.2. d) Bor karbür.....	38
1.2.4.2. e) Kübik bor nitrit.....	38
1.2.5. Aşındırıcı Kumlar.....	39
1.2.5.1. Aşındırıcı Kum Büyüklükleri.....	39
1.2.5.2. Aşındırıcı Makro ve Mikro Kumlar.....	39
1.2.6. Aşındırıcıların Kullanım Alanları.....	39
1.2.7. Aşınma.....	40
1.2.8. Aşınma Deneyleri ve Ölçüm Yöntemleri.....	41
1.2.8.1 Ağırlık Farkı Metodu.....	41
1.3. Kaplanmış Aşındırıcılar (Zımparalar).....	42
1.3.1. Zımpara Bileşenleri.....	42
1.3.1.1. Zımpara Tabanları.....	43
1.3.1.1. a) Kağıt tabanlar.....	43
1.3.1.1. b) Bez tabanlar.....	43
1.3.1.1. c) Kağıt-bez tabanlar (Kombinasyon).....	44
1.3.1.1. d) Fiber tabanlar.....	44
1.3.1.1. e) Örgüsüz tabanlar.....	44
1.3.1.1. f) Kafes tabanlar.....	44
1.3.1.1. g) Su zımparası tabanları.....	44
1.3.1.2. Zımpara Üretiminde Kullanılan Bağlayıcı Maddeler.....	45
1.3.1.2. a) Anorganik bağlayıcı maddeler.....	45
1.3.1.2. b) Mineral bağlayıcı maddeler.....	45
1.3.1.3. c) Metalik bağlayıcı maddeler.....	46
1.3.1.4. d) Organik bağlayıcı maddeler.....	46
1.3.1.3. Zımpara Üretiminde Kullanılan Aşındırıcı Kumlar.....	46
1.3.2. Zımparalarda İstenen Özellikler.....	47
1.3.3. Zımpara Üretimi.....	47
1.3.4. Zımparaların Kullanım Şekilleri.....	49
1.3.4.1. Tabaka Halinde Kullanım.....	49
1.3.4.2. Rulo Halinde Kullanım.....	49
1.3.4.3. Disk Halinde Kullanım.....	49
1.3.4.3. a) Disklerin Kullanılması.....	49

1.3.4.3. b) Disk Hızları.....	50
1.3.4.4. Bant Halinde Kullanım.....	50
1.3.4.4. a) Bantların kullanılması.....	51
1.3.4.4. b) Dayama tekerleri.....	51
1.3.4.4. c) Yağ kalıbı kullanılması.....	51
1.3.4.4. d) Grafitli bez.....	51
1.3.5. Zımparalarda Aşınma Sorunları.....	51
1.3.5.1. Aşındırıcı Kumların Anormal Aşınması.....	51
1.3.5.2. Aşındırıcı Kumların Anormal Dökülmesi.....	52
1.3.5.3. Aşındırıcı Kumların Dolması.....	52
1.3.6. Zımparaların Saklanma Koşulları.....	52
1.3.7. Zımpara İşlemlerinde Maliyet Hesabı.....	53
1.4. Zımpara Taşları.....	53
1.4.1. Zımpara Taşlarının Sınıflandırılması.....	53
1.4.1. a) Kum büyüklüğüne göre.....	53
1.4.1. b) Kum özelliğine göre.....	53
1.4.1. c) Bağlayıcı maddesine göre.....	53
1.4.1. d) Sertliklerine göre.....	54
1.4.1. e) Dokularına göre.....	54
1.4.1. f) Kullanma amacına göre.....	54
1.4.1. g) Geometrik şekillerine göre.....	54
1.4.2. Zımpara Taşlarının Çalışma Şekli.....	54
1.4.3. Zımpara Taşlarında Sertlik ve Doku.....	54
1.4.3.1. Sertlik.....	54
1.4.3.2. Doku.....	55
1.4.5. Zımpara Taşlarının Üretimi.....	56
1.4.5.1. Anorganik Bağlayıcılı Zımpara Taşlarının Üretimi.....	56
1.4.5.2. Organik Bağlayıcılı Zımpara Taşlarının Üretimi.....	57
1.4.5.3. Özel İşlem Uygulanmış Zımpara Taşları.....	57
1.4.6. Zımpara Taşlarının Dayanıklılığı.....	59
1.4.6.1. Bağlayıcı Maddenin Türü.....	59
1.4.6.2. Zımpara Taşının Şekli.....	59
1.4.6.3. Zımpara Taşının Özelliği.....	59
1.4.7. Zımpara Taşlarının İşaretlenmesi.....	59
1.4.7.1. Kum Tipleri İşaretlemesi.....	60
1.4.7.2. Kum Ölçüsü İçin Kullanılan İşaretler.....	61
1.4.7.3. Taş Sertliği İçin Kullanılan İşaretler.....	61

1.4.7.4. Doku İçin Kullanılan İşaretler.....	61
1.4.7.5. Bağlayıcı Madde İçin Kullanılan İşaretler.....	62
1.4.7.6. Taş Üzerindeki Diğer İşaretler.....	62
1.4.8. Zımpara Taşlarının Önemi.....	62
2. MATERYAL VE METOD.....	64
2.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler.....	64
2.1.1. KBF ₄	64
2.1.2. Kriolit.....	65
2.1.3. Emülgatör.....	65
2.1.4. Mono etilen glikol.....	65
2.1.5. Kil.....	66
2.1.6. Reçine.....	67
2.1.7. Pasta.....	67
2.2. Kullanılan Cihazlar.....	68
2.2.1. Viskozimetre.....	68
2.2.2. pH-metre.....	68
2.2.3. Karıştırıcı.....	69
2.2.4. Kuru Hava Sterilizatörü.....	69
2.2.5. Tensile Test Cihazı.....	69
2.2.6. Performans Test Cihazı.....	70
3. DENEYSEL ÇALIŞMA.....	71
3.1. KBF ₄ Aktif Dolgu Madde Miktarının İncelenmesi.....	71
3.2. Karıştırma Süresinin İncelenmesi.....	73
3.3 Karıştırma Hızının İncelenmesi.....	75
4. DENEYSEL ÇALIŞMA SONUÇLARI.....	77
4.1. KBF ₄ Aktif Dolgu Madde Miktarının İncelenmesi Deneysel Çalışma Sonuçları.....	77
4.2. Karıştırma Süresinin İncelenmesi Deneysel Çalışma Sonuçları.....	78
4.3. Karıştırma Hızının İncelenmesi Deneysel Çalışma Sonuçları.....	79
4.4. Performans Test Sonuçlarının İncelenmesi.....	80
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	82
6. KAYNAKLAR.....	83
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. B_{12} ikosahedron Yapısı.....	20
Şekil 2.2. α -Rombohedral Bor Kristali Tek Tabaka Yapısı.....	20
Şekil 2.3. Merkezde B_{12} ikosahedronun Yerleştiği β -Rombohedral Bor Türü.....	20
Şekil 2.4. B_{12} İkosahedron Zincirinin İç içe Geçtiği β -Tetragonal Bor Türü.....	20

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Dünya Bor Toplam Rezervleri (B_2O_3)	16
Çizelge 1.2. Ülkemizde Borat Rezervleri.....	17
Çizelge 1.3. Bor Elementine Ait Fiziksel ve Kimyasal Özellikler.....	18
Çizelge 1.4. Bor Mineralleri ve Bileşikleri.....	22
Çizelge 1.5. Nihai Kullanım Bazında Bor Tüketimi.....	23
Çizelge 1.6. Ticari Floroboratlar.....	27
Çizelge 1.7. Sulu Borik Asit ve Borat Çözeltilerinin Konsantrasyonun Bir fonksiyonu Olarak pH Değerleri.....	28
Çizelge 1.8. Mohs Sertlik Skalası.....	33
Çizelge 2.1 KBF_4 'ün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	64
Çizelge 2.2. KBF_4 'ün Karakteristik Özellikleri.....	64
Çizelge 2.3. Kriolit'in Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	65
Çizelge 2.4. Mono Etilen Glikol'ün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	66
Çizelge 2.5. Kilin Karakteristik Özellikleri.....	66
Çizelge 3.1. Farklı KBF_4 Miktarları İçeren Reçine Karışımları.....	72
Çizelge 3.2. Farklı KBF_4 Miktarları İçeren Reçine Karışımlarına Ait Viskozite Değerleri.....	72
Çizelge 3.3. Farklı KBF_4 Miktarları İçeren Reçine Karışımlarına Ait Tiksotropi Değerleri.....	72
Çizelge 3.4. Farklı Karıştırma Sürelerinde Hazırlanan KBF_4 İçeren Reçine Karışımları.....	73
Çizelge 3.5. Farklı Karıştırma Sürelerinde Hazırlanan KBF_4 İçeren Reçine Karışımlarına Ait Viskozite Değerleri.....	74
Çizelge 3.6. Farklı Karıştırma Sürelerinde Hazırlanan KBF_4 İçeren Reçine Karışımlarına Ait Tiksotropi Değerleri.....	74
Çizelge 3.7. Farklı Karıştırma Hızlarında Hazırlanan KBF_4 İçeren Reçine Karışımları.....	75
Çizelge 3.8. Farklı Karıştırma Hızlarındaki KBF_4 'lü Reçine Karışımlarının Viskoziteleri.....	76
Çizelge 3.9 Farklı Karıştırma Hızlarındaki KBF_4 'lü Reçine Karışımlarının Tiksotropileri.....	76
Çizelge 4.1. Performans Test Sonuçları (1.'den 13.'ye kadar ürünler).....	80
Çizelge 4.2. Performans Test Sonuçları (15.'den 27.'ye kadar ürünler).....	81

GRAFİKLERİN LİSTESİ

Grafik	Sayfa
Grafik 4.1. Farklı KBF_4 Miktarları İçeren Reçine Karışımlarının Viskozitelerinin Grafikselleştirilmesi.....	77
Grafik 4.2. Farklı KBF_4 Miktarları İçeren Reçine Karışımlarına Ait Tiksotropilerinin Grafikselleştirilmesi.....	77
Grafik 4.3. Farklı Karıştırma Sürelerinde Hazırlanan KBF_4 İçeren Reçine Karışımlarına Ait Viskozitelerinin Grafikselleştirilmesi.....	78
Grafik 4.4. Farklı Karıştırma Sürelerinde Hazırlanan KBF_4 İçeren Reçine Karışımlarına Ait Tiksotropilerinin Grafikselleştirilmesi.....	78
Grafik 4.5. Farklı Karıştırma Hızlarındaki KBF_4 'lü Reçine Karışımlarının Viskozitelerinin Grafikselleştirilmesi.....	79
Grafik 4.6. Farklı Karıştırma Hızlarındaki KBF_4 'lü Reçine Karışımlarının Tiksotropilerinin Grafikselleştirilmesi.....	79

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 1.1. Tinkal, kolemanit ve üleksite ait resimler	19
Resim 1.2. Aşınmanın Şematik Gösterimi.....	41
Resim 2.1. KBF_4 (toz halde).....	64
Resim 2.2. KBF_4 partikül büyüklüğü dağılımı.....	65
Resim 2.3. Brookfield Viskozimetresi (DV-I Prime Model).....	68
Resim 2.4. pH metre (HANNA HI 9125 Model).....	68
Resim 2.5. Karıştırıcı (Heidolph Model).....	69
Resim 2.6. Kuru Hava Sterilizatörü (NÜVE FN 120 Model).....	69
Resim 2.7. Tensile Test Cihazı (Yuelian YL 1123 Model).....	70
Resim 2.8. Performans Test Cihazı.....	70

KISALTMALAR VE SİMGELER

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BOREN	Bor Araştırma Enstitüsü
KBF ₄	Potasyum tetrafloroborat
MEG	Mono etilen glikol

TEŞEKKÜR

Tez çalışması boyunca danışmanlığımı yürüten, her açıdan yardım, fikir ve desteğini benden esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Yüksel ABALI' ya, yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Kamil ŞİRİN' e çok teşekkür ediyorum.

Bu çalışmanın yapılması için gerekli laboratuvar imkanlarının sağlanmasında, çalışmanın yürütüldüğü laboratuvar cihazlarının temininde ve deneysel çalışmaların yürütülmesi sırasında bana yardımcı olan İnter Abrasiv San. ve Tic. A.Ş' ne, mesai arkadaşlarıma da çok teşekkür ediyorum.

Tez çalışması süresince bana her bakımdan yardımcı olan, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme ve tüm yakın çevreme de çok teşekkür ediyorum.

Tuğba CENGİZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi
POTASYUM TETRAFLOROBORAT (KBF_4) BİLEŞİĞİNİN
ZIMPARA ÜRETİMİNDE KATKI MADDESİ OLARAK
KULLANILMASI VE ÜRÜN PERFORMANSINA OLAN
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Tuğba CENGİZ

Celal Bayar Üniversitesi
Fen-Edebiyat Fakültesi
Kimya Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yüksel ABALI

Bu çalışmada, kaplanmış aşındırıcı endüstrisinde bor ve bileşiklerinin kullanımı incelenmiştir. Bor ve bileşiklerinin özellikleri, avantajları ve dezavantajları detaylı olarak araştırılmıştır. Alaşım elementi olarak bor ve bileşiklerinin kullanımı yaygındır. Bor ve bileşikleri malzemelerin fiziksel, kimyasal, mekanik ve metalürjik özelliklerini olumlu yönde arttırdığı tespit edilmiştir. Reçine karışımına farklı oranlarında potasyum tetrafloroborat, KBF_4 partikülleri ilave edilerek üretilen zımpara malzemelerinin farklı karıştırma hızları ve sürelerinde abrasiv aşınma davranışları incelenmiştir. Ayrıca, üretilen kompozit zımpara malzemelerin performans test çalışmaları yapılmıştır. Test sonuçları incelendiğinde, KBF_4 içeren kompozit zımpara malzemelerin aşınma değerinin KBF_4 içermeyen kompozit zımpara malzemelerin aşınma değerlerine göre oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. KBF_4 kullanılarak üretilen zımpara malzemesinin performansı %14,4'ten %30,6'ya kadar artmıştır.

Borlama işlemi ile de malzemelerin yüksek sertlik, yüksek aşınma direnci, düşük sürtünme katsayısı, yüksek korozyon direnci gibi özellikler kazanmaktadır. Bor ve bileşiklerinin kaplanmış aşındırıcı endüstrisinde yaygın olarak kullanılması için, örnekleri ile birlikte öneriler sunulmuştur.

Sonuç olarak, dünya bor ve bileşikleri rezervlerinin yaklaşık % 72'si Türkiye de bulunduğundan bu kaynağın katma değere dönüşümü için kamu ve özel sektöre tavsiyelerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: kompozit malzeme, zımpara, potasyum tetrafloroborat

ABSTRACT

MASTER THESIS
USING ONE OF BORON COMPOUNDS KBF_4
IN MANUFACTURING COATED ABRASIVES INDUSTRY
AND INVESTIGATING ITS PROPERTIES OF
PRODUCT PERFORMANCE

Tuğba CENGİZ

Celal Bayar University
Science And Art Faculty
Department of Chemistry

Advisor: Prof. Dr. Yüksel ABALI

In this study, using of boron and its compounds in coated abrasive industry was examined. Advantages and disadvantages of boron and its compound's properties were investigated. Boron, as an alloy element, and its compounds are used in a wide range. It is determined that, boron and its compounds increases physical, chemical, mechanical and metallurgical properties of materials.

The effect of potassium tetrafluoroborate, KBF_4 particulate reinforcement different on the resin mixture of coated abrasives' have been investigated in this study. Besides, performance test studies of composite coated abrasive materials have been carried out. According to the test result, it is observed that the wear rate of composite coated abrasive materials contain KBF_4 is higher than the wear rate of the composite coated abrasive materials which does not to contain KBF_4 . Using of KBF_4 on the manufacturing of coated abrasive material's performance has increased from 14,4% to %30,6.

With boronizing, materials get some the properties such as high hardness, high wear, less friction coefficient and high corrosion. In order to use boron and its compounds in coated abrasive industry efficiently, some suggestions with examples are made. As a consequence, since % 72 of world boron and its compounds reserves are in Turkey, some recommendations are presented for public and private sector for adding this source to national economy.

Key Words: composite material, coated abrasive, potassium tetrafluoroborate

1. GİRİŞ

Birçok bilim adamının '21. Yüzyılın petrolü' olarak tanımladığı ve uzay teknolojilerinden, bilişim sektörüne, nükleer teknolojiden savaş endüstrisine kadar pek çok alanın vazgeçilmez ham maddesi durumuna gelen bor madeni, ülkemizin belki de elinde bulundurduğu en stratejik varlık durumundadır.[1] Borların kullanım alanları çok yaygın, katma değeri ve kar marjı çok yüksek olup Türkiye yüksek kaliteli rezervlere sahip olması nedeniyle dünya piyasasında söz sahibidir. [2-10]

Dünya ham bor üretimi doğal kaynaklara dayandığından bor mineral madenciliği yapan dikkate değer firma sayısının oldukça sınırlıdır. Ancak rafine ve ileri bor ürünleri üretimine gelindiğinde durum daha da bir farklılık arz etmektedir. Özellikle ham bor kaynaklarından yoksun olan Avrupa, orta ve uzak doğuda irili ufaklı onlarca şirketin bor rafine ve ileri bor ürünleri tesisleri vardır. Sadece kaynağa sahip olmak yeterli değildir. Bu kaynakları yeni üretim yöntemleri geliştirerek işlemek gereklidir.

Uzay, havacılık, otomotiv, demiryolu, betonarme onarım ve takviyesi, nükleer reaktör, gaz türbini, ısı değiştiriciler, roket nozülü vb. alanlarda yüksek dayanım, hafiflik, ısıl dayanım gibi mekanik işlevler sağlamak amacıyla bor kullanılmaktadır. Bor ve rafine bor ürünleri ve bunlardan mamul alaşımlar ileri malzeme yapımının vazgeçilmez temel girdileridir.

Bu tez çalışmasında, öncelikle bor ve bileşikleriyle kaplanmış aşındırıcılar (zımparalar) hakkında genel bilgiler verilmiştir. Zımparanın sektördeki üretim yöntemlerinden bahsedilmiş, daha sonra potasyum tetrafloroborat, KBF_4 'ün aşınma uygulamalarına olan etkisi incelenmiştir.

1.1. Genel Bilgiler

1.1.1. Borun Tarihçesi

Boraks, sert cam ve altın hazırlamak için çalışılan eski dünyada Persçe *burah*, Arapça *burak*, Sanskrit *tincana* olarak bilinmekteydi. Borun en eski modern kimyasal araştırmaları borakstan borik asit üretimini içermektedir. 18. yy'da tincar veya tincal olarak bilinen doğal boraks, Hollandalılar tarafından boraks olarak bilinen bir bileşiğin içine metal ergitilip eritilemeyeceğini anlamak için Doğu Hindistan'dan ithal edilip saflaştırıldı. Doğal borik asit (sassolit) ilk kez 1778 yılında İtalya Tuscany'de kaynayan sıcak kaplıcada, borasit ise 1778'de borik asidin olduğu yerde var olan daha karmaşık ilk mineral olarak tanımlandı.

Elementel bor ilk kez Humpry Davy tarafından, J. L. Gay Lussac ve L. J. Thenard grubunun çalışmalarından bağımsız olarak 1808 yılında sentezlenmiştir. Her iki grup da yaptıkları deneylerde borik asidi indirgemek için metalik potasyum kullandılar 1812 yılında Davy, daha önce Gay Lussac ve Thenard'ın da fark ettiği gibi borun karbona metalden daha çok benzer olduğunu gördü ve maddenin adını *boraks* + *karbon*'dan türeterek şimdi kullanılan boron (bor) olmasını önerdi. Gay Lussac ve Thenard'ın önerdiği *bore* şu anda diğer Avrupa dillerine *bor* olarak girmiştir. [8]

1.1.2. Bor Rezervleri

Borat yataklarının dağılımı çok düzensizdir. Büyük rezervler, Türkiye ve Amerika'dadır. Bunlar sırasıyla Güney Amerika (Arjantin, Peru, Şili, Bolivya) ve Çin izlemektedir. Dünya borat rezervlerine ve niteliklerine ilişkin bilgiler çok net değildir. Dünya toplam borat rezervleri B_2O_3 bazında 810 milyon ton dolayındadır. Bu rezervlerin 640 milyon tonu ülkemizdedir. Bu durumda B_2O_3 bazında, görünür rezervlerin %65'ine toplam %80'ine sahip bulunmaktayız. [2-4]

Çizelge 1.1. Dünya Bor Toplam Rezervleri (B_2O_3) ($\times 10^6$ Ton)

Ülke	Rezerv
Türkiye	640
ABD	100
GÜNEY AMERİKA	21
ÇİN	7
Toplam	810

Çizelge 1.2. Ülkemizde Borat Rezervleri (x10⁶ Ton)

Yer	Görünür	Olası	Toplam
Kırka	46	13	158
Emet	73	153	226
Bigadiç	98	70	254
Kestelek	2	-	2
Toplam	219	236	640

ABD'de borat yataklarının giderek derinleşmesi ve mineralojik olarak karmaşılaşması üretim maliyetlerini ve ürün niteliklerini etkileyecektir. Güney Amerika'da koşullar çok elverişsizdir ve yataklanmalar düzensizdir. Çin'deki yatakların dereceleri düşük Mg borat veya borosilikatlardır.

Bor ürünlerinin üretim maliyetleri yüksektir. Ülkemizdeki yataklar, işletme kolaylığı, üretim maliyetinin düşüklüğü, cevher mineralojisi ve yüksek dereceli olması, pazarlara yakınlık, bor ürünleri üretiminde ve pazarlanmasında bilgi birikimi, ürün üretim teknolojisinin maliyetinin düşük olması gibi, fevkalade üstün avantajlar sağladığından Türkiye'nin bor pazarında rekabet olanağı çok yönlüdür ve ülkemizin lehinedir.

Dünyada borat üretimi, B₂O₃ bazında 1970'li yıllarda 700.000 ton iken, bu miktar 2000'li yıllarda 3,5 milyon ton dolaylarına ulaşmıştır. Üretimin artış oranı, ortalama %5,5 dolayındadır. Son on yılda üretim artış hızı biraz azalarak %5 civarına gerilemiştir. Bundan böyle üretimin bu hızla artmaya devam edeceği varsayılırsa, her on beş yılda, üretim ikiye katlanacaktır. On beş yıl sonra üretimin 7 milyon ton B₂O₃ dolayında olması beklenebilir. Ülkeler geliştikçe bor tüketimi de artmaktadır.

1.1.3. Bor ve Bileşikleri

Bor, doğada tüm canlıların yaşamlarını sürdürmesi için vazgeçilmez elementlerin başında gelmektedir. Bilim ve teknolojiye hızlı gelişmeler neticesinde dünyada bor kullanımı her geçen gün hızla artmaktadır.

Bor, periyodik cetvelde atom numarası 5 ve atom ağırlığı ortalama 10,81 olan metal-ametale karışımı bir elementtir. Tabiattaki bor atomları dayanıklı B₁₀ ve B₁₁ izotopundan oluşur. Tabiattaki bileşiklerinde (B₁₀ ve B₁₁) izotoplarının bulunma oranı yaklaşık 20/80'dir. Bor'un yoğunluğu 2.34 gr/cm³ erime sıcaklığı 2200°C, kaynama sıcaklığı 2500°C ve yarı iletken bir elementtir. Bor madeni, ilk bakışta beyaz bir kaya şeklinde olup, çok sert ve ısıya dayanıklı olup doğada serbest bir halde değil genelde tuz bileşikleri şeklinde bulunur. Çok sert ve gevrekliği elmadan sonra ikinci elementtir. [1]

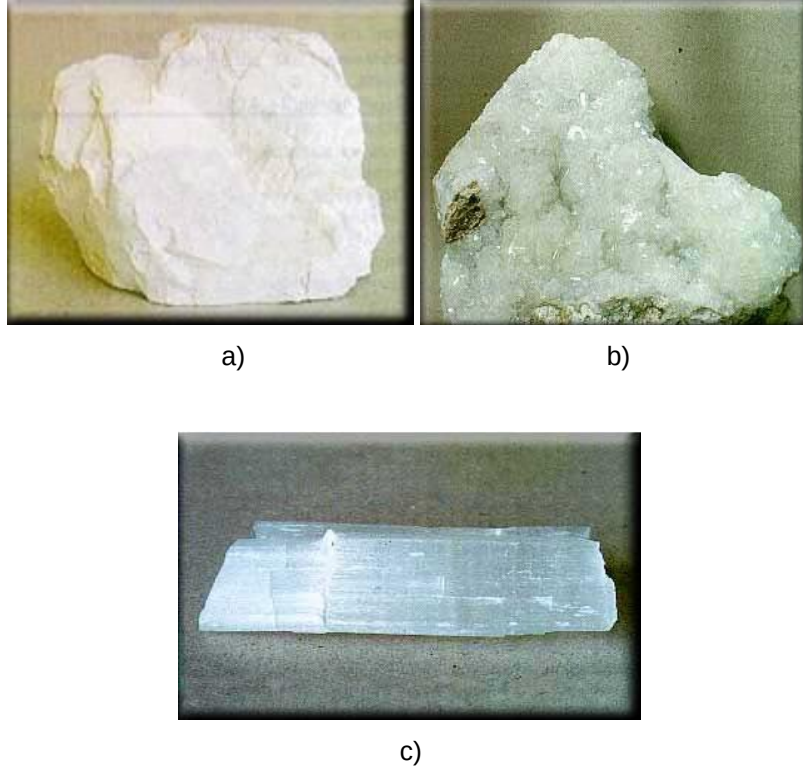
Çizelge 1.3. Bor Elementine Ait Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

Atom ağırlığı	10.811 ± 0.005 g/mol
Erime noktası	2200 °C
Kaynama noktası	2500 °C
Yoğunluğu	2.34 g/cm ³
Oksidasyon sayısı	3
Elektronegatifliği	2.0
İyonlaşma enerjisi	191 kcal/g atom
Atom yarıçapı	0.98
Birleşme ısısı	5.3 kcal/g atom
Buharlaşma ısısı	128 kcal/g atom
Sertliği	9.3 Mohs
Kristal yapısı	Hegzagonal

Bor mineralleri yapılarında bulunan Na, Ca ve Mg elementlerine göre sınıflandırılarak adlandırılırlar. Na şeklindeki bileşiklerine tinkal (boraks), Ca kökenli bileşiklerine kolemanit ve Na-Ca kökenli bileşiklerine üleksit denir. Bor elementi ikiye ayrılır:

1. Bor mineralleri (Tinkal, Kolemanit Üleksit ve Propertit)
2. Boratlar (Kristal borakslar, Susuz boraks, Borik asit)

Doğada yaklaşık 230 çeşit bor minerali bulunmasına rağmen bunlardan ticari önemi olanları; tinkal, kolemanit, üleksit, borasit, pandemit, szyabelit, hidroborasit ve kernit'tir. [17]

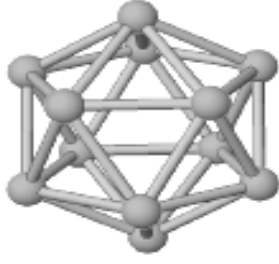


Resim 1.1. Tinkal, kolemanit ve üleksite ait resimler a) Tinkal (boraks), b)Kolemanit, c) Üleksit

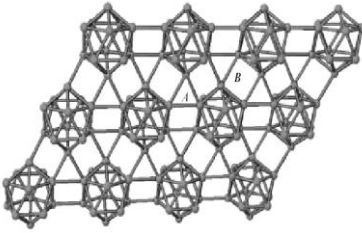
1.1.3.1. Borun Kristal Yapısı

Kristal bor, önemli ölçüde hafiftir, serttir, çizilmeye karşı mukavemetlidir ve ısıya karşı kararlıdır. Bor kırmızı ötesi ışığın bazı dalga boylarına karşı saydamdır ve oda sıcaklığında zayıf elektrik iletkenliğine sahiptir. Yüksek sıcaklıkta iyi bir iletkenidir, kimyasal olarak inerttir. Hidroklorik ve hidroflorik asitler ile reaksiyon sonucu bozulmaz. Sadece çok ince öğütölmüş bor, konsantre nitrik asit ile yavaş oksitlenir. Bor elementini saf olarak elde etmek zordur. % 95-98 saflıkta bor, borik asidin magnezyum ile indirgenmesinden amorf halde elde edilir ve safsızlığı baz ve asit ile yıkanarak filtre edilir. Elde edilen bor, oksit ve bor bulunduran bileşikler ihtiva eder ve küçük kristaller halinde koyu kahve renklidir. Bor, tungsten yüzeyinde bor oksidin hidrolizi ile elde edilir. Borun birçok allotropu olmasına rağmen en çok 5 allotropu bilinir. Bunlar amorf bor, (Şekil 1.1.), B_{12} ikosahedronlarından oluşan α -rombohedral bor (Şekil 1.2.), en kararlı allotrop olan β -rombohedral bor (Şekil 1.3.), β -tetrahedral bor (Şekil 1.4.) ve α -tetrahedral bordur. [7-8]

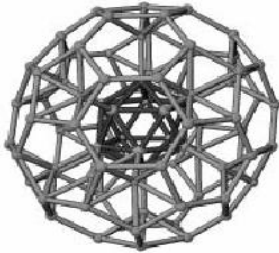
Şekil 1.1. B_{12} ikosahedron Yapısı



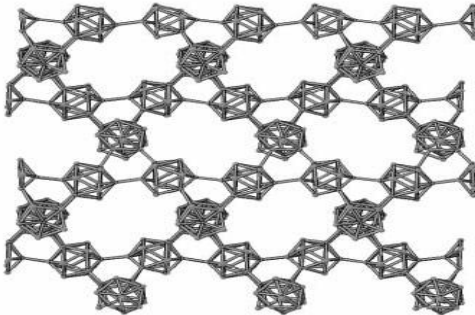
Şekil 1.2. α -Rombohedral Bor Kristali Tek Tabaka Yapısı



Şekil 1.3. Merkezde B_{12} ikosahedronun Yerleştiği β -Rombohedral Bor Türü



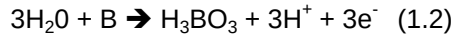
Şekil 1.4. B_{12} İkosahedron Zincirinin İç içe Geçtiği β -Tetragonal Bor Türü



Bor elementi doğada serbest olarak bulunmamaktadır. Yapay bor ise amorf ve kristal yapısında olmak üzere iki şekilde elde edilmektedir. Amorf bor, siyah veya kahverengi toz şeklinde, kristal bor ise siyah, sert ve kırılıgandır. Üç değerli bor, iyonik yarıçapının dört değerli silisten daha küçük olması nedeniyle, magmanın ilk kristalleşmesi sırasında oluşan minerallerin kristal kafeslerinde yer alamaz. Türkiye'de ve Amerika'daki bor yataklarının bulunduğu bölgelerdeki sıcak kaynak sularında bor miktarı 100 ppm üzerindedir. Araştırmacıların çoğu, borun kaynağını magmaya bağlamaktadır. Buna karşılık Goldschidt, sedimanter kayslann, magmatiklerden daha çok bor içerdiğine değinmektedir. Borun çeşitli kayaçlardaki dağılımına bakıldığında, denizel tortulardaki bor içeriğinin magmatik kayaçlardakinden daha fazla olduğu görölmektedir. Denizsel tortuların deniz suyundan aldıkları bor miktarı, denize karalardan taşınandan daha fazla olmaktadır. [10]

Borun kimyasal özelliklerine gelince; bor havada 100°C'de yavaşça okside olmakta ve yüksek sıcaklıklarda yeşil alev vererek yanmaktadır.

Su ile yarıml reaksiyonu;



olmaktadır. Bor oksijenle kolayca birleşerek B_2O_3 oluşturmaktadır. Ayrıca bileşikleri arasında tetraborik asit $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$, boraks $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, sodyum borat tuzu $\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, magnezyum ve alüminyum borit, bor halojen bileşimleri (bor florür, bor klorür, bor bromür, bor iyodür gibi) bulunmaktadır.

Bor, teknolojik ve endüstriyel uygulamalarda daima çeşitli bileşikler şeklinde olup, bileşikler ve bor kimyasalları olarak kullanılmaktadır. Bor oksijenle bağ kurmaya yatkın olduğundan pek çok değişik oksijen bileşiği oluşturmakta ve basitten karmaşığa sonsuz sayıda, değişik molekül yapılarına sahip olabilen, bor oksijen bileşimlerine bilim dünyasında "borat" denir [22].

Bor bileşikleri üç değişik tipte, camsı, bileşik (kil, kum gibi başla malzemelerle karışık) ve tabakalı yapıda bulunmaktadır. Endüstriyel amaç için üretilen bor minerallerinin %10'u doğrudan mineral olarak tüketilirken geri kalan %90'ı da kısmı bor cevherlerden üretilen bor ürünleri ve bileşikleri (rafine ürün) elde etmek için kullanılmaktadır. Bor mineralleri ham bor, yarı mamul bor ya da mamul (rafine) bor olarak sunulmakta ve daha çok rafine bor olarak kullanılmaktadır [1-3].

Çizelge 1.4. Bor Mineralleri ve Bileşikleri

Mineral	Kimyasal Formül	B ₂ O ₃ (%)	H ₂ O	Bulunduğu Yer
Tinkal	Na ₂ B ₄ O ₇ .10H ₂ O	36,5	47,2	Türkiye, Arjantin, ABD.
Kernit	Na ₂ B ₄ O ₇ .4H ₂ O	51,0	26,4	Arjantin, ABD.
Kolemanit	Ca ₂ B ₆ O ₁₁ .5H ₂ O	50,8	21,9	Türkiye, Meksika, ABD.
Üleksit	NaCa ₅ O ₉ .8H ₂ O	43,0	35,6	Türkiye, ABD.
Probertit	NaCa ₅ O ₉ .5H ₂ O	49,6	25,6	ABD.
Szaybelit	MgBO ₂ (OH)	41,4	10,7	Kazakistan, Çin.
Datolit	Ca ₂ B ₂ Si ₂ O ₉ .H ₂ O	26,7	5,6	Kazakistan, Rusya.
Sasolit	H ₃ BO ₃	56,3	43,7	İtalya.
Göl Suları	-			Şili, Bolivya, ABD.

1.1.4. Borun Kullanım Alanları

Ülkemiz açısından büyük stratejik öneme sahip bir doğal kaynak olan bor minerallerinin, çok geniş ve çeşitli alanlarda ticari olarak kullanım alanları giderek artmaktadır. Üretilen bor minerallerinin %10'a yakın bir bölümü doğrudan mineral olarak tüketilirken geriye kalan kısmı bor ürünleri elde etmek için kullanılmaktadır. Bor mineralleri ve ürünlerinin kullanıldığı endüstri dallarını şu ana gruplarda toplamak mümkündür:

- Cam endüstrisi
- Seramik endüstrisi
- Temizleme ve beyazlatma
- Yanmayı önleyici maddeler
- Tarım
- Metalürji endüstrisi
- Nükleer
- Diğer kullanım alanları

Amerika ve Avrupa'da bor ürünlerin kullanım oranları farklıdır. Amerika en çok bor tüketimini fiberglass izolasyon endüstrisinde kullanırken, Batı Avrupa'da ise deterjan ve sabun endüstrisi geliştiği için bu sektör bor tüketiminde öndedir. Japonya ise tüketimini en çok tekstil ve fiberglass endüstrisinde yapmaktadır.

Çizelge 1.5. Nihai Kullanım Bazında Bor Tüketimi ($\times 10^3$ Ton - B_2O_3)

	Kuzey Amerika	Batı Avrupa	Diğer	Toplam Miktar	Pay %
<i>Fiberglas</i>	168	97	37	302	20
<i>Deterjan</i>	21	242	17	280	19
<i>Borosilikat Cam</i>	51	55	73	179	12
<i>Seramik</i>	13	69	80	162	11
<i>Tekstil - tip Fiberglas</i>	67	7	87	161	11
<i>Tarım</i>	17	14	27	58	4
<i>Diğer</i>	84	208	77	369	24
TOPLAM	421	692	398	1511	100

Erimiş cama %7 borik oksit verecek şekilde boraks pentahidrat veya üleksit probertit katılmaktadır. Maliyetine bağlı olarak sulu ve susuz tipi kullanılmaktadır; bazen de borik asitten faydalanılmaktadır. Kullanılan bor oksidin %24'ü Amerika'da, %14'ü Batı Avrupa'da yalıtkan cam elyafı imalinde tüketilmektedir. Son yıllarda bina duvarlarında yalıtıcı olarak kullanımı artmaktadır. Hafifliği, fiyat düşüklüğü, gerilmeye direnci ve kimyasal maddelere dayanımı sebebiyle plastiklerde, sınav elyafı, lastik sektöründe dayanıklılık sağlayıcı olarak kullanılmaktadır. Böylece sertleştirilmiş plastikler otomotiv, uçak sanayilerinde çelik ve diğer metaller yerine kullanılmaya başlamıştır. Bu gibi ürünlerde rafine kolemanit tercih edilmektedir.

Optik cam elyafı ışık fotonlarının etkin biçimde transferlerini sağlamaktadır. Fiber optik kablolar da %6 borik asit içeriği vardır.

Camın ısıya dayanımını, cam üretimi sırasında çabuk erimesini ve devitrifikasyonunun (kristallenmeye eğilim) önlenmesini sağlayan bor; yansıtma, kırma, parlama gibi özelliklerini de arttırmaktadır. Bor, camı aside ve çizilmeye karşı korur. Cam eriyiğinin %0,5 ile %0,23'ü bor oksitten oluşmaktadır. Pyrex camlarda %13,5 B_2O_3 vardır. Cama genellikle boraks, kolemanit, borik asit halinde karışım ilave edilir. Otomobiller, fırınlar, çamaşır makinesi gibi yerlerde bu tür camlar tercih edilmektedir.

Emayelerin viskozitesini ve doymuşlaşma ısını azaltan borik oksit %20'ye kadar kullanılmaktadır. Sulu boraks ve bazen de borik asit veya susuz borat da kullanılmaktadır. Mutfak aletleri, banyolar, kimya endüstrisi teçhizatı, su tankları, silahlar gibi alanlarda da emaye kaplama kullanılır.

Seramiği çizilmeye karşı dayanıklı hale getiren bor % 3-24 oranında kolemanit halinde sırlara katılmaktadır. Yanmayı önleyici maddeler alanında en önemlileri plastikler, tekstil ve kağıttır. Binalarda, katları birbirinden ayıran zeminler ve duvarlara enjekte edilen kağıt yününde kullanılmaktadır.

Alev engelleyicilerin %85'i plastik endüstrisinde kullanılır. Çinko borat, boraks, amonyum floroborat ürünler olup antimon trioksit ile birlikte kullanılır. Çinko borat diğerlerine göre daha pahalıdır. Ancak çinko boratın dumanın emilme hızını uzatmasından dolayı kor haldeki ateşi çabuk bastırır ve bu nedenle diğerlerine göre üstün bir özelliği vardır.

Temizlik maddeleri klor ve peroksit içerirler. Deterjanların ağırlığının %20-25'i sodyum perborattır. Perborat ürününün %90'ı deterjan üretiminde kullanılır.

Metalürji alanında kolemanit ve borik asit en çok kullanılan ürünlerdir. Çelik alaşımında kullanılan bor bileşiği ferro boron veya sulandırılmış bir alaşımdır. Bu alaşım, yüksek borlu çelikler nükleer reaktörlerde nötron emilmesini sağlayan önemli bir alaşımdır. Borlu çelikler enerji tasarrufu sağlar. Yeni geliştirilen bazı borlu çelikler soğuk çekme, inşaat, tarım makineleri, vinçler, yaylar, greyder bıçakları, vitesler gibi yerlerde tercih edilen çelik türleridir. Alüminyum dökümünde titanyum ile birlikte borlu çelikler kullanılır [15].

Diğer bir kullanım alanı da çelik yapımında florit yerine kolemanit veya üleksitin kullanılmasıdır. Camsı maddeler konusundaki çalışmalar hala sürmektedir. Demir, bor, karbon ve silikonda yapılan denemeler başarılı olmuştur. Transformatörlerdeki enerji kaybını 1/3'e indiren bu metallerin hızlı bir gelişme göstermesi beklenmektedir.

Ayrıca bor tarımda gübre, herbisit, pestisit ve algisit dallarında kullanılmaktadır. Herbisitler bitkiye kritik miktardan fazla verildiği zaman toksik etki gösterir. Ayrıca sulu bakır metaborat bileşiği, kereste ve diğer selülozik maddelerde fungusit olarak işlev görür. Bitkinin beslenmesi için ise az miktarda bora ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü bor, şekerin hücre zarından geçişini kolaylaştırır. Keresteleri böcekten korumak için borik asit veya boraks pentahidrat banyosu kullanılmaktadır. Böcek öldürücü olarak etkili bir ilaçtır.

Bor mineral ve bileşiklerinin içerdiği izotoplarından B₁₀'un nötron emme gücü çok yüksektir. Bor izotopları nükleer reaksiyon sırasında denetim kurulmasına olanak verdiği gibi, dimetil eter, elementer bor, zenginleştirilmiş borik asit veya asit ya da ferrobora haline dönüştürüldüğünde nükleer reaktörün kontrol çubuklarının yapımında kullanılır. Bu çubuklar %2 bor içeren çelik-alüminyum alaşımlarıdır. B₁₀ nükleer reaktörlerde koruyucu kabuk olarak işe

yaramaktadır. Bor karbitlerde nükleer reaktörlerde koruyucu kabuk olarak kullanılır. Ayrıca yapılan araştırma çalışmaları B_{11} 'in fizyonlanması (parçalanması) sırasında radyoaktivitesiz enerji açığa çıkarmasının da temiz enerji elde edilmesi konusundaki başarıyı göstermiştir.

Borun bahsi edilen kullanım alanlarına ilave olarak diğer kullanım alanları ise aşağıda gösterilmektedir:

- Oto antifrizlerinde kullanılan boraks, demirli metallerin eriyikte korozyona uğramasını önler.
- Borun katalizör olarak kullanımı oldukça yaygındır. Hidrokarbonların havadan oksitlenmesindeki katalizör borik asittir. Bor triflorür gaz halinde asidik bir katalizdir. Alkol, asit ve ketonların sudan arındırılmasında, halojenasyonda, aromatik hidrokarbonların sülfürden kurtarılmasında, karbon monoksitin katıldığı reaksiyonlarda, polyesterin boyanmasında kullanılır.
- TiB_2 , ZrB_2 gibi metal borürler jet motoru parçaları, roket motoru parçaları, elektrik kontakları, kesici alet yapımında kullanılır.
- Lantan ve seryum hegzaboritler katot yapımında; lantan borit elektron mikroskobun termiyonik katoduna elverişli olup uzun süre dayanabilir ve elektron ısısında kararlıdır.
- Sertliği elmastan biraz düşük olan bor karbür, elektriği çok iyi geçirir ve $1450\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' de erir. Ayrıca bor karbür, sıkıştırılmaya çok dayanıklı olup; kimyasal değişime uğramaz. Sadece ani ısı şoklarında dengesini kaybeder. Havada $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ de oksitlenir. Jet ve roket motorlarının iç parçalarında askeri zırhlı teçhizatıta seramik zırh olarak kullanılır.
- Bor nitrür yüksek ısıda elektrik ve ısı izolasyonunun sağlanması için kullanılır. Hegzagonal bor nitrür 3500°C sıcaklığa kadar dayanır. Dielektrik sabiti alüminyumunkinin dört katıdır.
- Kübik bor nitrür, elmastan sonra en sert maddedir ve 1370°C 'ye kadar kararlıdır. Kesici aletlerde kullanılır.
- Borlu elyaf kompozitleri teknolojinin en son harikalarıdır. Titan, alüminyum ve magnezyumun bor lifleri ile güçlendirilmeleri sonucu elde edilen kompozit 360 kg/mm^2 lik bir basınca dayanabilir. Bu yönüyle karbon lifli kompozitten daha pahalıdır. Titan ve

tungsten tel üzerine bor buharı tutturularak elde edilen bu lifler F16 savaş uçağında %2,1 oranında F18'lerde ise %10 oranında ve uzay araçlarında kullanılırlar. Lazer hücumunda ısıyı belirli bir noktadan uzaklaştırdığı için askeri amaçlarla kullanılırlar.

- Sodyum bor hidrür jet, bomba uçaklarının yakıtlarında indirgeyici eleman olarak kullanılırlar. N-Hexilkarboran kullanılma potansiyeli olan jet yakıtı olarak kullanılır [16].

1.1.5. Bor Alaşımları

Bor alaşımları, borun geçiş elementleri olan demir, nikel ve kobalt ile yapmış olduğu alaşımlardır. Bor ve bor bileşikleri makine ve metalürji endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bor, demir esaslı malzemelerde alaşım elemanı olarak kullanıldığında borun %0.1' in altında olması gerekir. Çünkü bu oranın üzerindeki bor miktarları çeliklerin yüksek sıcaklıklarda gevrekleşmesine, dökme demirlerde ise zararlı çatlamalara neden olur. Bor çeliklerde %0.007 oranına kadar sertleşme derinliğini artırır, dökme demirlerde ise %0.005'e kadar grafitin çekirdeklenmesine ve yapıya uniform şekilde dağılmasına yardım eder [5].

1.1.6. Potasyum Tetrafloroborat (KBF_4)

Potasyum tetrafloroborat (KBF_4) bir beyaz kristalli saf, tuzumsu maddedir. Granül ve toz halde bulunur. KBF_4 , alüminyumun temizlenmesinde tek başına ya da potasyum titanyum florit (K_2TiF_6) ile birlikte temizleyici ajan olarak da kullanılabilir. KBF_4 aynı zamanda demir içermeyen metaller için (alüminyum ve magnezyum gibi) temizleyici olarak da kullanılır. Eriyik halindeki metalin üzerinde eriyik olarak uygulandığında oksitleri ve diğer yüzey parçalarını absorbe eder. Daha sonra ocak üzerinden süzülerek alınabilir. Aynı zamanda diğer tuzlar ile karıştırılarak kullanılabilir. KBF_4 'ün flor içeriği, herhangi bir eriyiğin akışkanlığını artırır. Ek olarak, erimiş magnezyumun üzerinde atmosferik bir bariyer yaratarak hızlı oksidasyonun önüne geçer. KBF_4 aynı zamanda metallerin kaynaklanması, kaynaştırılması ve sıkıştırılarak birleştirilmesinde de içerik olarak kullanılabilir.

KBF_4 , aşındırıcı ürünler için bir bağlayıcı ve doldurucudur. Tekerleklerin sürtünmesinde kullanılmaya uygun bir erime noktası vardır. Yarı katı halde, partikül için matriks etkisi yaratarak yapıştırıcı işlevi görür. KBF_4 , çeliğin borlanması önemli rol oynar. Bu sert yüzeyli çelik, dayanıklılığın önemli olduğu petrol ve gaz çıkarma işlemlerinde, oyma aletleri ve pek çok ekipmanda kullanılır. KBF_4 , ocaklarda kullanılmak üzere yapılan basit ya da karmaşık şekilli demir içermeyen döküm atölyelerinde sıkça kullanılan bir içeriktir. Boratlar,

yüksek sıcaklıkta düzgün, yapışkan, koruyucu ve temiz, çapaksız bir sıvı oluşturma özelliği nedeniyle, özellikle demir dışı metal sanayin de cüruf oluşturu ve eritmeyi hızlandırıcı madde olarak kullanılır.

Bor bileşikleri, elektrolitik kaplama sanayinde, banyo bileşimlerinde kullanılmaktadır. Borik asit nikel kaplamada, floroboratlar ve floroborik asitler ise kalay, kurşun, bakır, nikel gibi demir dışı metal banyo bileşimlerinde kullanılmaktadır. 50 ppm'e kadar bor, çeliğe gerekli sertliği verebilir. Özel amaçlar için, çeliğin dış yüzü bor ile sertleştirilebilir. Metal oksitlerin yüksek sıcaklıkta bor içinde kolaylıkla eriyebilmesi, çelik endüstrisinde flüorit yerine borun daha uygun olarak kullanılmasını sağlar. Yüksek fırınlarda boratlar asitliğin azalmasını ve refrakterlerin daha uzun ömürlü olmasını sağlarlar [6-11].

Çizelge 1.6. Ticari Floroboratlar

Bileşik	CAS registry no	Formül	Ticari formu
Floroborik asit	[16872-11-0]	HBF_4	49% çözeltisi
<i>Alkali Metal tuzları</i>			
Amonyum	[13826-83-0]	NH_4BF_4	Kristal katı
Potasyum	[14075-53-7]	KBF_4	Kristal katı
Sodyum	[13755-29-8]	NaBF_4	katı
<i>Metal tuzları</i>			
Antimon(III)	[14486-20-5]	$\text{Sb}(\text{BF}_4)_3$	çözelti
Kadmiyum(II)	[144-86-19-2]	$\text{Cd}(\text{BF}_4)_2$	%50'lik çözeltisi
Kobalt(II)	[26490-63-1]	$\text{Co}(\text{BF}_4)_2$	katı
Bakır(II)	[38465-60-0]	$\text{Cu}(\text{BF}_4)_3$	%45'lik çözeltisi
İndiyum(III)	[27765-48-6]	$\text{In}(\text{BF}_4)_3$	çözelti
Demir(II)	[15283-51-9]	$\text{Fe}(\text{BF}_4)_2$	%41'lik çözeltisi
Kurşun(II)	[13814-96-5]	$\text{Pb}(\text{BF}_4)_2$	%51'lik çözeltisi
Nikel(II)	[14708-14-6]	$\text{Ni}(\text{BF}_4)_2$	%45'lik çözeltisi
Gümüş(I)	[14104-20-2]	AgBF_4	toz
Kalay(II)	[13814-97-6]	$\text{Sn}(\text{BF}_4)_2$	%50'lik çözeltisi
Çinko(II)	[13826-88-5]	$\text{Zn}(\text{BF}_4)_2$	%40'lık çözeltisi

Çizelge 1.7. Sulu Borik Asit ve Borat Çözeltilerinin Konsantrasyonun Bir fonksiyonu Olarak pH Değerleri

Bileşik	t, °C	% Ağırlıkça pH değerleri						
		0,1	0,5	1,0	2,0	4,0	10,0	15,0
B(OH) ₄ ^a	20	6,1	5,6	5,1	4,5	3,9	-	-
Na ₂ B ₄ O ₇ .10H ₂ O	20	9,3	9,2	9,2	9,3	-	-	-
Na ₂ B ₅ O ₈ .5H ₂ O ^b	23	-	-	8,5	8,4	8,1	7,6	7,3
Na ₂ B ₈ O ₁₃ .4H ₂ O	20	-	-	8,5	8,5	8,2	7,6	7,3
K ₂ B ₄ O ₇ .4H ₂ O	25	9,2	9,1	9,1	9,2	9,3	-	-
KB ₅ O ₈ .4H ₂ O ^c	25	8,4	8,4	8,4	8,1	7,9	-	-
(NH ₄) ₂ B ₄ O ₇ .4H ₂ O	25	8,8	8,9	8,8	8,8	8,8	8,9	-
(NH ₄)B ₅ O ₈ .4H ₂ O	25	8,5	8,4	8,3	8,2	7,9	7,3	-
NaBO ₂ .4H ₂ O	20	10,5	10,8	11,0	11,2	11,4	11,7	11,9

^a Doygun çözelti, 20°C' de, pH 3.7 % 4.7 ağırlıkça.

^b 40°C'de, pH 6.9 %20 ağırlıkça, pH 6.5 %30 ağırlıkça.

^c pH 7.6 %5 ağırlıkça.

Bor ve bileşiklerinin, metalik malzemelere sağladığı yararlar, yüksek ısıya dayanım, yüksek mukavemet, yüksek manyetik geçirgenlik, yüksek elastiklik, yüksek yüzey koruma, yüksek kronolojik sıcaklığa dayanım, yüksek iletkenlik, yüksek aşınma ve korozyona dayanım, yüksek ısı transferi, yüksek soğurma, yüksek yapışma ve tutunma gibi özellikleri kazandırmaktadır [5-7].

1.1.7. Bor ve Rafine Bor Ürünlerinin Geleceği

Dünya bor ve rafine bor piyasasının üretim tarafında yer alan Rio Tinto Ltd. çok uluslu şirkete bağlı İngiltere'de Chesington-Survey'de, Türkiye'nin 1978 yılı öncesinden çok yakın tanıdığı Borax Consolidated Ltd ve ABD'de California-Anaheim'da U.S. Borax Research olmak üzere iki araştırma merkezi bor, bor ürünleri ve bor teknolojisi üzerine araştırma ve uygulama çalışmalarını yaklaşık 100 milyon dolarlık bir bütçeyle yürütmektedir. Diğer taraftan ABD ordusu ve sektörde yer alan ve teknoloji üretilip geliştiren aynı zamanda bor kullanıcısı firmalarında bor

araştırmalarına ciddi anlamda paralar ayırdıkları bilinmektedir. Kaba bir yaklaşımla tüm bu araştırmalara harcanan paranın yıllık 500 milyon dolardan aşağı olmadığını söylemek mümkündür. Hali hazırda yürütülen bu araştırma sonuçları, diğer taraftan gerek ABD'de ve gerekse Avrupa Birliği'nde standardizasyon alanında yürütülen hukuki çalışmaların endüstriyel üretimde bor ve rafine bor ürünleri tüketimini ciddi oranda arttırıcı sonuçlar doğuracağı bilinmektedir. Bu çalışmalara merkezi Birmingham'da bulunan Uluslar arası Kanun Konseyi'nin (ICC) Uluslararası Bina Kanunu alışmaları örnek olarak verilebilir. Bu çerçevede yürütülen bor kaplama, izolasyon, cam, ev, inşaat ürünleri vb. yasal düzenlemeler ve bu yasal düzenlemelerin doğuracağı uygulamalar, ABD 1996 ve 1997 yılında yaptığı düzenlemelerle radyoaktif atıkları ve silah fabrikalarının toksik atıklarını bordan mamul (kolemanit) cam kütükler içinde stoklanması zorunluluğunu getirmesi, nükleer ve toksik atıkların bu şekilde stoklanmasının gelecekte yaygınlaşacağı, borlu yakıtların yarattığı olumsuz sonuçların tamamının giderilmiş olmasının ortaya çıkardığı, bor'un yeni ve yüksek performanslı bir yakıt olma niteliğinin ön plana çıkması ve giderek artan bir hızla alternatif bir enerji kaynağı niteliği kazanması, bor elementinin sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özellikler ile bileşik oluşturduğu metal ve maddelerin ortaya çıkardığı fiziksel ve kimyasal özellikler onu birbiri ile zıtlık gösteren (yanıcı, yakıcı, söndürücü, sertlik verici, yumuşatıcı, öldürücü, tedavi edici, kirletici, temizleyici...) potansiyeli oldukça yüksek kullanım alanlarına taşması, elektrik ve elektronik sektöründe ki gelişmeler, hali hazırda kullanıldığı diğer sektörlerde artan talebe bağlı olarak sürekli artan kapasitelerde üretime bağlı olarak bor ve rafine bor ürünlerine olan ihtiyaın sürekli artan bir eğilimde olması, endüstri içinde yer alan hemen hemen her sektörde yaygın olarak kullanılan boratların görevlerini aynı kalite görecek bir başka ikame maddenin olmayışı, nedenleriyle bor ve rafine bor ürünleri giderek artan ölçeklerde kullanılması kaçınılmaz bir sonuçtur.[19]

1.1.8. Ulusal Bor Politikamız

Toplumların gelişiminde madenler, kurulan uygarlıkları şekillendiren temel etmenlerden biri olmuş, tarihi evreleri dönem boyunca ağırlıklı olarak kullanılan metallerin isimleriyle tanımlanmıştır. Gelişmiş ülkelerin bu düzeyleri doğal kaynaklardan verimli ve akılcı yöntemlerle yararlanma yetkileri ile yakından ilişkilidir. Günümüzde, zengin doğal kaynaklara sahip bazı ülkelerin kalkınmalarını tamamlayamamış olması şaşırtıcı değildir. Dış satıma yönelik maden işletmeciliği ağırlık kazandığa madencilik faaliyetlerinin ülke ekonomisine katma değerı oldukça düşmektedir. Üstelik, kümeleşmenin getirdiği yeni politikalarla madencilik çalışmaları giderek artan bir yoğunlukla uluslar arası düzenleyici kayıt ve kurallarla düzenlenmekte, ulusal devletlerin yasal erki yerini giderek uluslar arası sözleşmelere, konveksiyonlara, bölgesel örgütlerin kurallarına, kod ve standartlara bırakmakta, dünyada üretilen hammaddelerin fiyatları

genelde üretici ülkeler tarafından değil, daha çok bunları işleterek tüketen sanayileşmiş ülkeler tarafından denetlenip ve yönlendiren mekanizmalar aracılığı ile belirlenmekte, dolayısı ile hammadde sahibi ülkeler zenginliklerini gerçek değerlerinin çok altında yurt dışına aktarmaktadır. Öyle ise ülkelerin kendi kaynaklarından ülkeleri adına azami fayda sağlamaları için tek seçenekleri, onları mümkün olduğu kadar katma değerlerini daha da yükseltecek ürünler haline dönüştürerek ulaşabildikleri en son ürün olarak pazarlamalarıdır. Bunun tek koşulu, teknoloji üretimini sağlamak amacı ile geliştirilmesi ve uygulanması gereken ulusal bilim ve teknoloji politikamızın oluşturulmasıdır. Ulusal bilim ve teknoloji politikamızın bulunmaması sonucu ülkemizde teknoloji transferi peşinde koşan teknolojiye ve donanımlı teknik iş gücüne önem vermeyen kalite kaygısı taşımayan verimliliği v rekabet gücü düşük çarpık bir ekonomik yapı oluşmuştur. Sonuçta ülkemiz, istenilen ekonomik gelişmişlik düzeyini yakalayamamıştır.

Sanayileşmenin motoru olan teknolojik gelişiminin sağlanamamasının etkilerinin en çarpıcı olarak görüldüğü alanlardan biri de hammadde, mamul madde ve yarı mamul madde olarak; cam, porselen, seramik, tekstil, deterjan, metalürji, tarım, havacılık, tıp, enerji gibi çok farklı sektörlerde kullanılan borik oksit bazında dünya rezervinin yaklaşık $\frac{3}{4}$ 'üne sahip olduğumuz halde, bazı alanlarda alternatifsiz özellikleri ile sanayinin tuzu olarak da tanımlanan bor sektörümüzdür. Bu anlamda geniş kullanım yelpazesine bakıldığında bor teknolojisini geliştirmekteki zorunluluğumuz açıktır. Bu amaçla kurulan “ Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü” (BOREN) mevcut yapısı ile böyle bir amacı gerçekleştirebilecek bir kurum değildir.

Günümüz bor minerallerine hammadde olarak kullanılan sanayi sektörlerinin yıllık pazar payları dünya bor pazarı ile karşılaştırılamayacak boyutlardadır. Türkiye'nin hedefi nihai ürün pazarları olmalıdır. Bu hedef araştırma geliştirme faaliyetlerini bilim ve teknoloji üretimini gerekli kılmaktadır. Bu çerçevede Türkiye'nin bilimsel alanlarda yetkinleşmesi, teknoloji geliştirme yeteneğini kazanması bakımından önemlidir. [4-10]

1.2. Aşındırıcı Malzemeler

1.2.1. Aşındırıcıların Tarihçesi

Bazı doğal maddelerin, özellikle zımpara madeninin aşındırıcı özelliği tarih öncesi insanlarca da biliniyordu. Kazılardan çıkan bazı ok uçları ve eşyanın, aşındırıcı bir maddeye sürtülerek şekillendirildiği anlaşılmıştır. Tarihten sonraki çağlarda, uzun süre, kum taşından yapılan dairesel çarklar, bileme, çapak alma ve düzeltme işlemleri için yeterli olmuştur. Fakat bu ilkel madde ve yöntemler 19. yüzyılın gelişen ve daha fazla hassasiyet ve kalite isteyen imalat tekniğine uygun değildi. Fabrikada üretilmiş ilk zımpara taşları 1850'lerde ortaya çıktı. Bunlar ufalanmış zımpara ve kuvars gibi doğal aşındırıcıların magnezit ve tutkal gibi maddelerle birleştirilmesi ile yapılmıştı.

1880'lerde seramik birleştiricili taşlar yapılmaya başlandı. Bunlarda, gene doğal aşındırıcı maddeler kullanılıyordu. Doğal aşındırıcı maddelerin doğada çeşitli kalitelerde bulunması sebebi ile bunlarla yapılan taşlar birbirini tutmuyor; bu da taşlarla yapılan işlemi etkiliyordu. Kalitesi her zaman aynı tutulabilecek bir aşındırıcı gerekli idi. İlk olarak 1893'de silisyum karbür ve 1901'de alüminyum oksit ticari şekilde imal edilmeye başlandı. Bu gün kullanılmakta olan zımpara taşlarının hemen hepsinde bu iki yapay aşındırıcıdan faydalanılmaktadır. Bununla beraber, malzemelerde ve taşlama işlemlerinde gelişen teknik koşullara göre zirkonyum, bor karbür, bor nitrit gibi yeni aşındırıcılar bulunmakta ve kullanım alanına sokulmaktadır.[9]

1.2.2. Aşındırıcılar

Aşındırıcılar, kendisinde daha yumuşak bir madde üzerine sürtülünce sivri uçları (pürüzleri) yardımı ile o maddeden küçük talaşlar koparabilen, kristalize ve sert bir maddelerdir. Aşındırıcılarda şu özellikler bulunmaktadır:

1.2.2.1. Aşındırıcıların Sertliği

Minerallerin çizilmeye karşı gösterdikleri direnç sertlik olarak bilinmektedir. Dolayısıyla sertlik mineralin çizilebilirlik özelliği olarak da adlandırılabilir. Minerallerin sertliği doğrudan kristal yapıları ve atomlar arasındaki bağ kuvvetleri ile ilintilidir. Bağ kuvvetleri arttıkça minerallerin sertliği de artmaktadır. Sertlik bağıl bir kavram olup, sertlik derecesinin saptanması sertliği

bilinen bir mineral veya çakı, iğne vb. malzemelerle deneme yoluyla yapılır. Bunun için en yaygın olarak kullanılan skala (cetvel) Mohs'un geliştirdiğidir.

Mohs Sertlik Skalası

Minerallerin sertliği Avusturyalı mineralog Friedrich Mohs tarafından 1812 yılında ortaya konulan ve '*mohs sertlik dizisi*' adı verilen bir ölçek yardımıyla nispi olarak ölçülür. Mohs sertlik skalasına göre bir mineralin sertliğini bulmak için, sertliği bilinen mineral veya minerallerle, sertliği saptanacak olan mineral birbirine sürtülür ve sertliği bilinmeyen mineralin hangi minerali çizdiği ve hangisiyle çizildiği belirlenir. Sonuçta bu işleme göre mineralin sertliği bulunmuş olur. Örneğin; Apatit'i çizip kuvars ile çizilen bir mineralin Mohs skalasına göre sertliği 6'dır. Diğer bir yöntem Mohs skalasında bilinen değerleri olan bir seri madde ile çizme deneyi şeklindedir. Örneğin; bir madde flüorit ile çizilmez apatit'le çizilirse ama Mohs sertlik derecesi 4 ile 5 arasındadır.

Kırılgan olan mineraller diğer minerallere sürtülünce kırılıp, ufalandıkları için oldukları sertlik derecesinden daha düşük değerlerde gibi görünebilirler. Çok yumuşak (sertliği az olan) mineraller sürtülme esnasında tozlarını sert mineral üzerinde bırakabileceğinden, sanki sert minerali çizmiş gibi bir görüntü verebilmektedir.

Sertliğe ilk kez bilimsel yaklaşımda bulunan Mohs'un ardından 19. yüzyılın sonlarına doğru Rockwell kullanımı çok daha kolay ve ucuz bir sistem geliştirmiştir. Günümüzde halen daha geniş alanlarda kullanılan bu sisteme ek olarak Brinell ve Vickers sertlik ölçme testleri de vardır.

Çizelge 1.8. Mohs Sertlik Skalası

Sertlik	Mineral	Formülü	Mutlak Sertlik	Resim	Çizme Denemesi
10	Elmas	C	1500		sadece çok güçlü lazerlerle çizilenler
9	Yakut veya Safir	Al ₂ O ₃	400		Camı kuwetle çizilenler
8	Topaz	Al ₂ SiO ₄ (OH,F) ₂	200		Camı kuwetle çizilenler
7	Kuars	SiO ₂	100		Camı kuwetle çizilenler
6	Ortoklas	KAlSi ₃ O ₈	72		Eğre ile çizilenler
5	Apatit	Ca ₅ (PO ₄) ₃ (OH,Cl,F)	48		Eğre ile çizilenler
4	Fluorit	CaF ₂	21		Çakı ve iğne ile çizilenler
3	Kalsit	CaCO ₃	9		Çakı ve iğne ile çizilenler
2	Jips	CaSO ₄ ·2H ₂ O	2		Çakı ve iğne ile çizilenler
1	Talk	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂	1		Tırnakla çizilenler

1.2.2.2. Aşındırıcıların Kırılmaya Karşı Dayanıklılığı

Çalışma sırasında iş parçası ile temas eden aşındırıcı, kırılmayı kolaylaştırıcı güçlerle karşılaşır. Aşındırıcının kırılmaya karşı gösterdiği direnç çok fazla ise, aşındırıcının keskin uçları yuvarlaklaşır, körlenir, kesmez olur. Aşındırıcının kırılmaya karşı dayanıklılığı, körlenene ucun kırılıp, yerine alttan yeni ve keskin bir başka ucun çıkmasını sağlayacak derecede olmalıdır. Burada aşındırıcının ve iş parçasının sertlikleri arasındaki ilişki rol oynar. Alüminyum oksitli bir aşındırıcı çelikte verimli olur da sert metale sürtüldüğünde körlenir, çünkü sert metal çelikten daha serttir. Bir de maddenin diğeri üzerindeki kimyasal etkisi vardır. Örneğin; silisyum karbür alüminyum oksitten daha serttir; fakat sertleştirilmiş çelikte alüminyum oksitten daha çabuk körlenir, çünkü silisyum karbürün çelikte 'erimesi' alüminyum oksitten daha fazladır.

Aynı şekilde alüminyum oksitle cam işlersek alüminyum oksit çok çabuk körlenir. Bu körlenme aradaki sertlik farkı ile açıklanamaz. Cam, alüminyum oksitten daha yumuşaktır ve bu sebeple alüminyum oksit daha uygundur gibi yanlış bir karar verilmemelidir. Buradaki çabuk körlenmenin sebebi alüminyum oksidin camda 'erimesi' özelliğidir. Bu yüzden cam silisyum karbürle işlenir.

1.2.2.3. Aşındırıcıların Kırılma Şekli

Farklı aşındırıcılar farklı sistemlerde kristalleşmiştir. Bu bakımdan farklı şekillerde kırılırlar. Kırılınca bazıları küt (normal korund gibi), bazıları sivri (asil korund gibi) uçlar gösterirler. Hangisinin gerekli olduğunu yapılacak taşlama işi gösterir. Kaba taşlamada küt, hassas taşlamada sivri uçlar istenir.

1.2.3. Aşındırıcı Malzemeler

Aşındırıcı malzemeler, metal, kağıt, ağaç, deri, plastik, kauçuk, cam, seramik, inşaat, gemi yapımı, elektrik, elektronik, otomotiv, tarım gereçleri, ev gereçleri, sağlık gereçleri, uçak, bilyeli yatak, makine ve donanımları, çatal bıçak, kesici takım, kalıp-takım, el aletleri, demir-çelik, mobilya, tekstil, spor aletleri gibi endüstrinin hemen hemen bütün dallarında kullanılmaktadır.

1.2.4. Aşındırıcı Türleri

1.2.4.1. Doğal Aşındırıcılar

1.2.4.1. a) Doğal elmas: Doğada 6, 8, 12, 24 yüzlü kristaller halinde oluşmuş saf karbon türüdür. En kalitelisi lekesiz ve saydam olanıdır. Yoğunluğu 3.50 g/cm³'tür. Ağırlığı karat (carat) ile ölçülür. 1 karat 0.2 gramdır. Bilinen en sert aşındırıcıdır. Bu sebeple kırılğandır. Sert bir yer en ufak çarpmada kırılır.

1.2.4.1. b) Kuvars: Silisyum oksit türüdür. Kuvars kristalleri doğada yabancı maddeler ve ince kumla karışık bulunur. Zayıf bir aşındırıcı olup değişik özellikler gösterdiğinden hassas işlerde kullanılamaz.

1.2.4.1. c) Pomza taşı: Gözenekli, aşındırıcılığı zayıf olan volkanik bir taşıdır. Bazı aşındırıcıların yapımında kullanılabilmektedir.

1.2.4.1. d) Grenat: Doğal silikat, alüminyum oksit, demir ve krom silikatları gibi yabancı maddelerle karışık olup kuvarstan daha serttir. Saf olanı (almandit) kuyumculukta, ağaç işlemeciliğinde zımpara kağıdı şeklinde kullanılır. Süleyman taşı da denir.

1.2.4.1. e) Zımpara: Demir oksit ve silis kütlesi içinde yaklaşık yarı yarıya (%35-70) doğal alüminyum oksit kristalleri bulunan bir madendir. En zengin yatakları Batı Anadolu'da ve Ege adalarında bulunur. Ege bölgemizde '*zımpara madeni*' olarak bol ve çeşitli olarak çıkmaktadır. Tipik bir analizi şudur:

Alüminyum oksit	: % 61
Silisyum oksit	: % 4
Demir oksit	: %25.50
Titan oksit	: %3
Kalsiyum oksit	: %0.5
Diğerleri	: % 6

Zımpara küçük kristallidir. Alüminyum oksit miktarına göre sertliği değişir. Bilhassa değirmen taşlarında, bez zımpara ve kağıt zımpara ürünlerinde, polisaj işlemlerinde, inşaat alanında beton katkısı olarak kullanılmaktadır.

1.2.4.1. f) Doğal korund: Zımpara gibidir; yalnız alüminyum oksit miktarı fazla olup % 94 dolayındadır. Kristalleri daha büyüktür. Sertliği 9 Mohs'dur. Güney Afrika, Madagaskar ve Kanada'da çıkar. Seramik bağlayıcılı taş aşındırıcıların yapımında kullanılmaktadır.

1.2.4.2. Yapay Aşındırıcılar

1.2.4.2. a) Alüminyum oksit (Korund): Boksitin, Higgins ark fırınlarında 1900-2100 °C' de eritilmesi ile elde edilir. Boksit, ilk çağlarda deniz suyunun granite etkisi ile oluşmuş kil gibi bir maddedir. Alüminyumun esas maddesidir. Yapısında alüminyum oksitten başka su, demir oksit ve silisyum vardır. Boksit cevheri önce ısıtılıp suyu uçurulur, sonra fırına atılıp eritilir. Demir oksit manyetik ferro silisyum şeklinde en dibe çöker. Eriyik kristalleşmeye bırakılır. Sonunda %93-94 safiyette alüminyum oksit yaklaşık 10 tonluk bir blok halinde elde edilir. Bazı katkılarla bu safiyet %99.5 a kadar artırabilmektedir. Alüminyum oksit kimyasal yapısı ve kristalleşme şekli bakımından normal korund, yarı asil korund, asil korund gibi çeşitli tiplerde yapılır. Alüminyum oksit çeşitleri şunlardır:

Normal Korund: %95-97 safiyette olup bileşimindeki yaklaşık %3 titan dioksit sebebi ile sağlam ve dayanıklı bir alüminyum oksittir. Kahverengidir. Birçok seramik taşların pişirildiği 1248°C üzerindeki ısılarda titan dioksitin oksitlenmesi sebebi ile renk gri-maviye dönüşebilir. Dayanıklı bir aşındırıcı olduğundan yüksek çekme katsayılı malzemelerin kaba taşlanması, dökümhanede çapak alma, silindirik taşlama, krank taşlama ve kesme işlerinde kullanılan taşlar bununla ve seramik veya reçineli olarak yapılır. 'NK' veya 'A' harfi ile gösterilir.

Asil Korund: Normal korund'dan daha sert ve kırılabilirliği daha fazla, %99.9 safiyette, beyaz veya beyaza yakın renklerde bir alüminyum oksittir. Sivri ve keskin kristallidir. Özellikle takım ve hız çeliklerinden yapılan takımların taşlanması, serin çalışılması gerekli silindirik, yüzey ve delik taşlamaları gibi hassas işler için yapılan taşlarda bu tip aşındırıcılar kullanılır. 'EK, EKW, 19A, 38A' gibi işaretlerle gösterilir.

Yarı Asil Korund: Normal ve asil korundların karışımıdır. %98 safiyettedir. Kahverengidir. Derin talaş kaldırmada, yüksek taş basıncı olan ve iyi bir yüzey çıkarılması gerekli işlerde kullanılır. 'HK' işareti ile gösterilir.

Siyah Korund: %70-80 gibi düşük alüminyum oksit içeren, koyu kahverengi ve siyah renklerde bir alüminyum oksittir. 'KS' işareti ile gösterilir.

Kırmızı Korund: %94.7 safiyette, asil ve pembe korundlara göre kırılabilirliği daha azdır. Aşınmaya karşı dayanıklılığı normal ve asil korund arasındadır. İçindeki az miktarda krom oksit sebebi ile rengi koyu ve pembedir. Katıklı çelik takımların taşlanması, derin talaş kaldırmalarda, yüksek taş basıncı ile çalışmada ve ısı oluşması istenmeyen hallerde kullanılan taşlar bununla yapılır. 'EKDR' işareti ile gösterilir.

Mikro Kristalli Alüminyum Oksit: Normal alüminyum oksidin sinterlenmiş mikro kristal yapıdaki türüdür. Normal alüminyum oksitle çeşitli oranlarda karıştırılarak kaliteli zımpara taşı yapımında kullanılır. Bu aşındırıcı ile yapılan taşlar daha çabuk keser, az aşınır, formunu iyi korur, ısınma yapmaz, daima keskin kaldığından elmasla bileme en aza indirilmiş olur, ekonomik çalışma sağlar.

Zirkonyumlu Korund: 'ZF' veya 'Z' işareti ile gösterilir. Yaklaşık %25 zirkonyum oksit içeren bir alüminyum oksit karışımıdır. Karbon çeliklerinin ve katıklı çeliklerin, çelik dökümlerin, sert bronzun taşlanmasında normal korundun iki katı daha fazla randıman verir.

1.2.4.2. b) Silisyum karbür: Bu yapay aşındırıcı türüne 'karborandum' adı da verilir. Doğal olanı yoktur. Beyaz silis kumunun toz kömürle dirençli elektrik fırınlarında 2000-2200°C'de tepkimesinden elde edilir. Kömür olarak petrokok veya bulunamaz ise metalürjik kok kullanılır.

Siyah Silisyum Karbür: Kristali keskin kenarlıdır. Elmasa yakın sertliktedir. Kırılabilirlik ve kendi kendini bileme özellikleri vardır. Dökme demir, pirinç, bronz, alüminyum, plastik, cam, taş, beton, seramik gibi demirden olmayan malzemelerin taşlanmasında kullanılan taşlar bununla yapılır. 'SC, SKS, 37C(Crystolon)' gibi işaretlerle gösterilir.

Yeşil Silisyum Karbür: Sert metal takımların ve bazı seramiklerin taşlanmasında kullanılan taşlar bununla yapılır. 'SCG, SKG, 39C' gibi işaretlerle gösterilir.

1.2.4.2. c) Yapay elmas: Buna, 'sentetik elmas' veya 'endüstriyel elmas' da denir. Yapay elmasın üretimi kontrollü olduğundan kalite değişmemektedir. Özellikle sert metal, seramik, taş ve bazı takım çeliklerinin taşlanmasında iyi sonuç vermektedir.

Yapay Elmasın Yapılışı: Yapay elmas bir sentez ürünüdür. Sentezin amacı hegzagonal yapıyı kübik yapıya dönüştürmektedir. Grafitin elmasa dönüşümü yaklaşık 50-60 kbar basınç ve 1400°C ısıda gerçekleşir. Bunun için demir, nikel veya kobalt gibi metal bir çözücü gerekir. Bu basınç ve ısıda grafit, erimiş metal içine konulur ve böylece erimiş metal içinde aşırı doymuş grafit solüsyonu meydana gelir. Isı biraz düşürülünce grafitin metal içindeki erimişliği azalır.

Fazla gelen grafit elmas halinde kristalleşir. Isı ve basıncın değişik uygulamaları ile az veya çok yüzölçümü, değişik kalitelerde sentetik elmaslar elde edilir. Çözücü metal nikel ise elmas taneleri sarı renkte, kobalt ise yeşil renkte olur. Sentezde elde edilen kütle, esasında, grafit, metal ve elmastan oluşmuştur. Bu kütle kırılarak yaklaşık 1 cm³ büyüklüğünde parçalara bölünür. Bu parçalar, metal kısmını ayırmak için asit muamelesine veya elektrolize tabi tutulur. Bir parça da sentezin yapıldığı kaptan seramik bulaşmıştır. Az grafit kimyasal reaksiyonla, seramik kalıntısı alkali ile eritilip atılır. Bundan sonra elde edilmesi istenilen elmasın kalitesine göre izostatik işlem yapılır ve son olarak elmas deterjanla yıkanır. Elde edilen elmasın kum ölçülerine göre ayrılması osilasyonlu veya titreşimli eleklerle, ince kumlar için basınçlı hava kullanılarak ve elenmiş kumların kontrolü de elektroform eleklerle yapılır. Böylece yapay elmas çok kristalli veya tek kristalli olarak elde edilir.

Çok kristalli elmaslar (PCD): Çok kristalli elmas, sentetik elmasın tekrar yüksek ısı ve basınçta sinterlenmesi ile elde edilir. Küresel şeklindeki ve daima keskin uçları bulunan milyonlarca küçük kristallerden oluşur. Bu sebeple çok kristalli elmas özellikle kesme ve delme işlerinde daha çabuk iş görür ve uzun süre keskin kalır. Çok kristalli elmas saf halde bir alet sapı üzerine lehimlenemediği için sinterleme sırasında bir karbürle birleştirilir. Karbür lehimlemeyi sağlar. Bu iki ayrı maddenin genişleme katsayıları farklı olduğundan lehimlemede ve kullanmada elmasın kırılma olasılığı vardır. Bunun için araya bir tampon tabaka konur. Darbelere dayanıklı ve uzun ömürlü olması için kaba kum, hassas yüzeyler için ince kum seçilir.

1.2.4.2. d) Bor karbür: Silisyum karbürden daha serttir. Serbest kum halinde, tungsten karbür çekme haddesi polisajında veya sert kıymetli taşların hazırlanmasında, yüksek ısıda geometrik şekillere sokularak veya çubuk şekline getirilip zımpara taşı bileme işlerinde elmas yerine kullanılmaktadır.

1.2.4.2. e) Kübik bor nitrit: Bor nitrür'den 1650°C ısıda ve basınçla elde edilir. Elmasa yakın sertliktedir. Bundan yapılan kesici takımlar endüstri gereklerine tam bir cevap veremediği için ayrıca 'Çok kristalli CBN' geliştirilmiştir. CBN parçalar 1300°C de ve 50 kbar basınçta çok kristalliye dönüşür. Bu PCBN ile gösterilir. PCBN den yapılan kesici takımlar çok keskin köşeli yapısı sebebi ile torna ve freze işlerinde çabuk keser, uzun süre keskin kalır. Bu takımlar da CBN gibi metal bağlayıcılı elmas taşla bilendir.

1.2.5. Aşındırıcı Kumlar

1.2.5.1. Kum Büyüklükler

Üretilen sentetik aşındırıcılar kum haline getirilip titreşimli eleklerde büyüklüklerine göre ayrılırlar. Seyrek eleklerden geçenlere '*kalın kum*', sık eleklerden geçenlere '*ince kum*' denir. Standart büyüklük ölçüleri 1 ile 600 arasındadır. Özel maksatlarla daha ince kumlar da yapılmaktadır. Ölçü için kullanılan sayı, bir elekte 1 inç uzunluğundaki bir çizgide bulunan delik sayısıdır. Örneğin; bir eleğin 1 inç uzunluğundaki çizgisinde 24 adet delik varsa, o elekten geçen kumun ölçüsü 24'dür. 20 kum ölçüsünde daha ince kumlar elekte değil su akımında ve çöktürme sureti ile ayrılırlar. İri kumlar dibe daha çabuk çöker. İnce kumlar daha yavaş çöktüğü için iri kumların üst kısmında toplanırlar.

1.2.5.2. Makro ve Mikro Kumlar

Kum ölçüsü 8-220 arasındakilere '*makro kumlar*', 240-1500 arasındakilere '*mikro kumlar*' adı verilir. Makro kumlarda 8-12 arası çok kaba, 14-30 arası kaba, 36-60 arası orta, 70-150 arası ince, 180-220 arası çok ince olarak ayrılırlar.

1.2.6. Aşındırıcıların Kullanım Alanları

Aşındırıcılar çeşitli şekillerde kullanılmaktadır:

1. *Serbest kum halinde:* Toz, kum, spreyle püskürtme veya macun olarak kullanım.
2. *Zımpara halinde:* Kağıt, bez, fiber veya polyester bir taban (mesnet) üzerine yapıştırılarak tabaka, disk, bant veya başka şekillerde kullanım.
3. *Zımpara taşı halinde:* Bir madde ile karıştırılıp fırında pişirilerek kullanım.

Serbest Kum Halinde Kullanım: Serbest kullanımda, toz veya kum halindeki aşındırıcı, hava, yağ veya petrol gibi bir ortam içerisinde karıştırılarak yüzey tasviye ve parlatma işlemlerinde olduğu gibi iş parçasına basınç altında sürülür veya kumla temizleme ve aşındırmada olduğu gibi bir memeden püskürtülür. Serbest kullanılan aşındırıcılar doğal kum, zımpara, yapay aşındırıcılar, pomza taşı, krom yeşili, bor karbür, elmas gibileridir. Serbest kullanım şu amaçlarla yapılır:

Kaba Aşındırma

Çok talaş kaldırma amacı ile. Örneğin;

- Döküm bir tabla üzerine dökülen aşındırıcı kum ile cam bardakların kenarlarını taşlama.

- Metal testere, lama veya tel üzerine su ile karıştırılıp dökülerek taş kesme.
- Yüksek basınçlı suya katılarak plastik ve deriden karbon çeliklerine varıncaya kadar çeşitli malzemelerin kesilmesi.
- Dönen bir dolaba iş parçaları ile birlikte konularak kenar, köşe veya yüzeydeki çapakların alınması.
- İşlenecek yüzeye hava ile püskürtme.

İnce aşındırma:

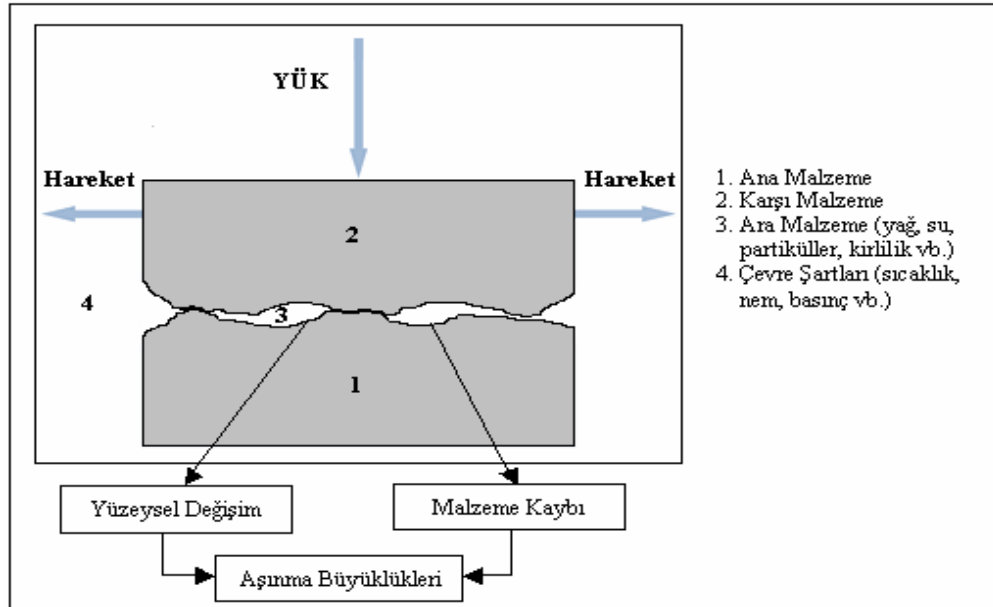
Temiz ve hassas yüzey tasfiyesi için az talaş kaldırma amacı ile. Örneğin;

- Düz metal bir tablaya dökülüp yüzey tasfiyesi.
- Kösele, keçe veya bez disk üzerine serpilerek parlatma.
- Sert metal takım uçlarının finisaj işlemi.

1.2.7. Aşınma

Aşınma; bir yüzey ile bu yüzeye temas eden madde veya maddeler arasındaki karşılıklı hareket nedeniyle, genelde ilerleyici malzeme kaybı içeren bir katı yüzey hasarı veya yüzeydeki karşılıklı hareketin sonucu olarak, bir cismin işleyen yüzeyinden ilerleyici madde kaybı olarak tanımlanmaktadır.

Resim 1.2. Aşınmanın Şematik Gösterimi



1.2.8. Aşınma Deneyleri ve Ölçüm Yöntemleri

Aşınma miktarını, kantitatif ve kalitatif olarak ölçmek için çok sayıda farklı yöntem kullanılmaktadır. Bunun sebeplerinden biri, aşınma hasarının çok sayıda farklı şekilde oluşmasıdır. Aşınma esnasında gerçek malzeme kaybının oluşması durumunda, genelde kullanılan ölçüm yöntemi, kaybedilen malzemenin miktarının, örneğin ağırlık eksilmesi olarak ölçülmesidir.

1.2.8.1. Ağırlık Farkı Metodu

Ekonomik olması ve ölçülen büyüklüğün alet duyarlılık kapasitesi dahilinde bulunması sebebiyle en çok kullanılan yöntemdir. Deney numunelerinin her ölçümü için numunenin yerinden çıkartılıp ölçüm yapılması, yani numune yerindeyken üzerinden ölçü alınamaması, bu yöntemin dezavantajıdır. Ağırlık kaybının ölçülmesi 10^{-3} veya 10^{-4} gram hassasiyetinde oldukça duyarlı bir terazi ile yapılır.

1.3. KAPLANMIŞ AŞINDIRICILAR (ZIMPARALAR)

Kaplanmış aşındırıcılar (zımparalar) aşındırıcı kumların kağıt, bez, fiber gibi bir taban (mesnet) üzerine yapıştırılması sureti ile yapılırlar. Zımpara kağıdı, zımpara bezi gibi aşındırıcılar halinde bulunurlar. Büyük rulolar halinde üretilip sonradan tabaka, disk, bant gibi şekiller verilerek endüstrinin bütün dallarında metal, ağaç, deri, kauçuk, plastik cam gibi malzemeler üzerinde yapılması gerekli aşındırma, temizleme ve parlatma işleri için kullanılır. Kaplanmış aşındırıcıların en fazla kullanıldığı alanlar arasında şunlar sayılabilir:

- *Metal Endüstrisinde:* Paslanmaz çelik mutfak ve yemek eşyası, sıhhi malzeme, depolarda kaynak yerlerinin düzeltilmesi, boru döşemeleri, vana musluk gibi ürünlerde, çeşitli kesici takımlar, ütü tabanı, demir ve demirden başka metal dökümhanelerinde kesme ve çapak temizleme işlerinde.
- *Otomotiv Endüstrisinde:* Boya, cam, plastik ve kauçuk üzerindeki dişlerin temizlenmesinde.
- *Mobilya Endüstrisinde:* Sunta, kontrplak ve kaplamalar ile mobilya, boya, vernik, kapı, pencere işlerinde

- *Elektronik Endüstrisinde:* Baskılı devreler, televizyon ekranı.
- *Cam Endüstrisinde:* Ayna, kristal eşya, gözlük camı.
- *Diğer Endüstrilerde:* Beton, taş, mermer, granit ile plastik, sert plastik ve termoplastik işlerinde.

1.3.1. Kaplanmış Aşındırıcı (Zımpara) Bileşenleri

Zımparada üç esas bileşen vardır. Bunlar;

1. Zımpara tabanı (mesnet)
2. Aşındırıcı kumu, zımpara tabanı (mesnet) yüzeyine yapıştıran bağlayıcı madde
3. Aşındırıcı kum

1.3.1.1. Zımpara Tabanı (Mesnet)

Kaplanmış aşındırıcı üretiminde başta kağıt, bez ve fiber olmak üzere farklı mesnet türleri kullanılmaktadır.

1.3.1.1. a) Kağıt tabanlar(Mesnetler): Kağıdın gramajına göre A'dan G'ye kadar harflerle gösterilirler:

- *A kağıdı:* 70 gr/m² ağırlığındadır. Gerilim katsayısı az, esnekliği fazladır. Tabaka halinde, elle yapılan ince zımparalama işlerinde kullanılır.
- *B kağıdı:* 90 gr/m² ağırlığındadır. Gerilim katsayısı az, esnekliği fazladır. Tabaka halinde, elle yapılan ince zımparalama işlerinde kullanılır.
- *C kağıdı:* 120 gr/m² ağırlığındadır. Daha dayanıklıdır. Tabaka ve rulo halinde daha çok kaba zımparalama işlerinde kullanılır.
- *D kağıdı:* 150 gr/m² ağırlığındadır. Bu kağıt tipi, A, B ve C kağıt tiplerine göre daha da dayanıklı olup aynı zamanda esneklik istenen hallerde kullanılır.
- *E kağıdı:* 220 gr/m² ağırlığındadır. Sağlamdır, bant ve disk ürün tiplerinde kullanılır.

- *F kağıdı*: 250 gr/m² ağırlığındadır. Daha sağlamdır. Bant ve disk halinde, özellikle deri endüstrisinde ve zirkonyum kumu ihtiva eden zımpara kağıtlarında kullanılır.
- *G kağıdı*: 400 gr/m² ağırlığındadır. Çok sağlamdır. Gene bantlarda kullanılır.

1.3.1.1. b) Bez tabanlar (Mesnetler): Zımpara yapımlarında kullanılan bez tabanlar genellikle pamukludur. J, X, Y ve W tipleri vardır.

- *J bezi*: Pamukludur. En hafif bezdir. Esnekliği fazladır. Katlanabilir. Parlatmada iş parçasındaki kavislere uyması istenen bantlar bununla yapılır.
- *X bezi*: Kalın ve sağlamdır. Pamuklu veya polyesterden olabilir. Zor koşullara dayanıklılık isteyen işler içindir.
- *Y bezi*: Polyester bezdir. Daha kalın ve çok sağlamdır.
- *W bezi*: Bezin atkı ipliği sentetiktir. %70 sentetik elyaf içermektedir. Çapraz gerilimlere karşı son derece dayanıklıdır. Parçalı geniş bant kaplanmış aşındırıcılar (zımpara) içindir.

1.3.1.1. c) Kağıt-bez tabanlar (Kombinasyon): Hem kağıt tabanların hem de bez tabanların esneklikleri arttıkça dayanıklılıkları azalır. Kombinasyon tabanlar (mesnetler) daha ağır zımparalama koşullarına, özellikle de yırtılma ve uzamalara karşı dayanıklı olsun diye geniş, parçalı bant zımpara yapımlarında tercih edilirler. Kağıt uzamaya, bez ise yırtılmaya karşı koymaktadır.

1.3.1.1. d) Fiber tabanlar (Mesnetler): Fiber tabanlar (mesnetler) genellikle 0.75 - 0.80 mm kalınlığındadır. 0.40 ve 0.60 mm'lik olanları da vardır. Kalın olanları zor ve sağlamlık isteyen işlerde, ince olanları hafif, esneklik isteyen parlatma işlerinde, sadece disk ürün halinde ve portatif aletlere takılarak kullanılır.

1.3.1.1. e) Örgüsüz tabanlar (Mesnetler): Dokuma olmayan kağıt gibi düz yapıda; fakat plastik maddeden yapılan tabanlardır. Neme ve yırtılmaya karşı dayanıklıdır. Kuru, sulu, yağlı olarak kullanılabilir. Uç uca yapıştırılıp kaplanmış aşındırıcı bant ürünleri haline getirilemezler.

1.3.1.1. f) Kafes tabanlar (Mesnetler): 1 inç çizgide 18 iplikli kafes şeklinde seyrek bir tabandır. Boya ve astar temizleme gibi zımparalama gerektiren ince işlerde, tabaka veya disk ürünler halinde kullanılırlar.

1.3.1.1. g) Su zımparası tabanları (Mesnetleri): Kağıt ve bez tabanlar su geçirmeyen özellikte ise bu tabanlardan yapılan zımpara ürünlerine 'su zımparası' adı verilir. Kağıt tabanlar üretici fabrikada, %8-30 lateks emdirilerek su geçirmez hale getirilirken; bez tabanlar ise apre makinesinde sentetik reçine ve lateks karışımları ile su geçirmez hale getirilirler.

1.3.1.2. Zımpara Üretiminde Kullanılan Bağlayıcı Madde Türleri

Bağlayıcı maddenin türü ve miktarı zımparanın kullanım işlevi ile ilgili olarak değişmektedir ve zımparalama işlemlerinde önemli rol oynamaktadır. İdeal bir bağlayıcı madde, kumları kesici özelliklerini korudukları sürece yerinde tutmalı ve körlenince de bırakmalıdır. Bağlayıcı madde, zımpara taban (mesnet) yüzeylerine şu şekillerde uygulanır:

- a) 2 tabaka hayvani tutkal,
- b) 2 tabaka sentetik reçine,
- c) 1 tabaka hayvani tutkal üzerine 1 tabaka sentetik reçine.

Hayvani Tutkallar: İyi yapıştırır, esneklik verir; fakat suya ve ısıya dayanıklı değildir.

Sentetik Reçineler: Üre-formaldehit ve fenol-formaldehit reçinesi olup iyi yapıştırır, suya ve ısıya karşı dayanıklıdır.

1.3.1.2. a) Anorganik bağlayıcı maddeler: Çeşitli oranlarda kil, kum, kaolin ve feldspattan yapılır. Zımpara yapımı sırasında bu maddeler çektiği için aralarında boşluklar meydana gelir. Gözenekler böyle oluşur. Bu maddeler cam gibi sert ve kırılmaya karşı hassas olduğundan bunlarla yapılan zımparalar, diğerlerinden daha fazla dikkatle taşınmalı, düşürülmemeli ve bir yere çarptırılmamalıdır. Anorganik bağlayıcı zımpara ürünleri yüksek ısıda pişirildiği için ısıya dayanıklıdır, şekillerini uzun süre korurlar. Ayrıca bunlar kimyasal etkisi olan soğutma sıvılarından da etkilenmezler. Genel kullanıma hızları 32 m/s' dir.

1.3.1.2. b) Mineral bağlayıcı maddeler

- *Silikat bağlayıcı maddesi:* Sıvı haldedir. Çinko oksit eklenerek 200-300°C'de pişirilince sertleşir. Dayanıksızdır.
- *Magnezit bağlayıcı maddesi:* Magnezyum klorit ve magnezitten yapılır. Pişirilmeden de sertleşir. Zımpara yapıldıktan sonra büyüklüğüne göre bir iki ay içinde gerekli sertliği bulur. Bununla yapılan zımpara ürünü daima keskin kalır. Bu ürünler zımparalama işlemi esnasında yüzeyi ısıtırmaz, serin bir şekilde çalışmayı sağlar. Bu yüzden çelik yay zımpara işlemlerince tercih edilir.
- *Grafit bağlayıcı maddesi:* İnce zımparalama gerektiren işlerde çoğu kez parlatma amaçlı zımpara yapımlarında kullanılır. Kirlenme yaptığı için özellikle super-finishing işlerinde bunun yerine özel silisyum karbürlü zımparalar kullanılmaktadır.

1.3.1.2. c) Metalik bağlayıcı maddeler: Sert uçlu kalemlerin sulu bilenmesi, taş, mermer, cam ve seramiklerin kesilmesi ve işlenmesinde kullanılan elmas taşların yapımında kullanılır. Bu şekilde yapılan zımparalarda yüzey üzerinde fazla ısı oluştuğundan ve zımpara yüzünün devamlı olarak çıkan çapaklardan arınmış olması gerektiğinden kullanımda genel olarak soğutma sıvısı ile çalışılmalıdır.

1.3.1.3 d) Organik bağlayıcı maddeler: Zımpara yapımlarında kullanılan organik bağlayıcı maddeler; reçine, kauçuk gibi maddelerdir. Bu maddeler daha esnek olduklarından bilhassa yandan gelen basınçlara karşı zayıf olan zımparalarda ve dökümhanede yüksek hızda çalışacak çapak alma zımparalarında kullanılır. Zımparanın çalışması sırasında çıkan ısı nedeniyle bu tür bağlama maddesi yumuşar, körlenen kumlar bu suretle serbest kalır, zımpara daha rahat kullanılır. Çeşitleri şunlardır:

- *Kauçuk:* Vulkanize edilerek sertleştirilmiş doğal kauçuktan veya yapay kauçuktan ile dolgu malzemesinden oluşur. Vulkanizasyon ve elastikiye dönüşüm 120-160°C'de gerçekleşir. Kauçuk bağlayıcı maddesinden yapılan zımparalar, esnek yapıdadırlar. Dolayısıyla yüzey açığı ve toleransları küçük olan zımpara işlemleri için kullanılır.
- *Fenol-formaldehit Reçine:* Fenolün formaldehitte tepkimesinden elde edilir. 180°C'de yumuşar ve polimerize olur. Kuvvetli tutucu, ısı geçirici ve esnek yapılıdır. Zımpara üretimlerinde kullanım alanlarına göre çeşitleri vardır.

Reçine bağlayıcı maddesi kullanılarak yapılan zımparalar, 80-100 m/s gibi yüksek çalışma hızlarında kullanabilirler. Genellikle kaplanmış aşındırıcı olan zımparalar, özellikle reçineli yapılmaktadır. Bu zımparalar, üretim tarihinden sonra iki yıl içinde tüketilmelidir. Çünkü reçine iki yıl sonra ayrışarak zımpara ürünlerinin sağlamlığını bozar. [17-18]

1.3.1.3. Zımpara Üretiminde Kullanılan Aşındırıcı Kumlar

Zımpara yapımında hem emery, kuvars gibi doğal, hem de alüminyum oksit, seramik alüminyum oksit, silisyum karbür, zirkonyum, elmas gibi yapay aşındırıcılar kullanılmaktadır. Burada aşındırıcı kumların en sivri köşeli olan tipleri tercih edilmektedir. Doğal aşındırıcılardan yapılan zımparalar ekonomiktir, elle zımparalama işlerinde kullanılır. Yapay aşındırıcılardan yapılan zımparalar seri üretim ve teknik gereksinmelere daha uygundur. Yapay elmas ile kaplı ise daha çok kalıp, takım yapımında ve taş işletmeciliğinde kullanılmaktadır.

1.3.2. Zımparalarda İstenen Özellikler

Taban (Mesnet) bakımından : Çekme dayanımı, esneklik

Bağlayıcı madde bakımından : Isınmaya karşı dayanıklılık
: Aşındırıcı kumlar arasındaki dolmayı önleme
: Neme dayanıklılık.

Aşındırıcı kum bakımından : Keskinlik, dayanıklılık.

1.3.3. Kaplanmış Aşındırıcı (Zımpara) Üretimi

Zımpara üretiminde kullanılacak taban (mesnet) tipi üretimin yapılacağı makineye takılır. Önce markalama işlemi yapılır. Bu işlem zımpara tabanının (mesnet) marka tarafı yüzeyine kalite, kum ölçüsü, marka gibi gerekli işaretler basılır. Markalama işleminden sonra, zımpara tabanının kum kaplama yüzeyine ilk kat bağlayıcı sürülür. İlk kat bağlayıcı sürme işlemi tamamlandıktan sonra aşındırıcı kumlar ile kaplanması sağlanır. Taban yüzeyine aşındırıcı kumlar ya kendi ağırlıkları ile ya da elektrostatik yöntemle ilk kat bağlayıcı madde sürülen tabana kaplanır. Genellikle kum kaplama sırasında elektrostatik kaplama tercih edilir; çünkü

aşındırıcı kumlar bağlayıcı madde yüzeyine tutunması sırasında bu aşındırıcı kumların sivri uçlarının dışa dönük olmasını sağlamaktadır. Bu dışa dönük aşındırıcı kumların zımparanın kullanımında daha iyi aşındırmayı sağlayabilmektedir. İlk kat bağlayıcı sürülen katman yüzeyine kaplanan kumlar kurutma işlemine tabi tutulurlar. Kurutma amacı ile ilk fırınlama sıcaklığı hayvani tutkallı olanlar için 60°C'de; üre-formaldehit reçineliler için 80°C'de ve fenol-formaldehit reçineliler için 120°C'de yapılır. [14]

İlk kurutma işleminden sonraki aşama; ikinci kat bağlayıcı sürme aşamasıdır. İkinci kat bağlayıcı sürülerek kumların bağlayıcı tabaka içine gömülmesi sağlanmaktadır. İkinci kat bağlayıcı madde sürüldükten sonra ikinci kurutma fırınlaması yapılır ve ürün büyük rulolar halinde sarılır. Bu büyük rulolara 'jumbo' adı verilir.

Zımpara üretimleri esnasında ilk ve ikinci bağlayıcı katman olarak adlandırılan karışımlar sentetik reçine, emülgatör ve dolgu maddeleri ihtiva etmektedir. İkinci kat bağlayıcı, ilk kat bağlayıcı katmana göre renklidir.

Bazı zımparalarda ikinci kat reçine üzerine üçüncü katman olarak çeşitli kimyasal madde ve kriolitten oluşan bir kat 'aktif dolgu' eklenmektedir. Bu aktif dolgu içeren katman, zımparanın kullanım esnasında bir tür yağlama yapmayı sağlamakta ve aşındırılan yüzey üzerindeki ısı oluşmasını önlemektedir. Örneğin, paslanmaz çelik zımparalanmasında bu çeşit zımpara önerilir. Bu tez çalışmasında aktif dolgu maddesi olarak potasyum tetrafloroborat (KBF_4) bileşiği kullanılmış olup, zımpara ürünleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. [7]

Bazı zımparalarda kumla kaplı yüzeye üçüncü katman olarak bir kat beyaz renkli çinko stearat sürülür. Özellikle poliüretan kaplı yüzeylerde ve zımparanın kullanım sırasında kumların arasını çabuk doldurup kesmez hale sokan yüzeyler için uygundur.

Yarı mamül halinde üretimi yapılan büyük jumbo ürünler; converting bölümlerinde kesilip biçilerek daha küçük ve eni dar rulo, tabaka, bant, disk gibi şekillere dönüştürülüp, kullanıma sunulurlar. Bu ürünler kullanıma sunulmadan önce, jumbo ürünlere şekil verilmeden önce bükme işlemleri uygulanır. Buradaki amaç, zımparalara istenilen esneklik özelliği vermektir. Bükme işleminin iki yararı vardır:

1. Zımpara, makine ve iş parçasına tatbik edildiğinde gerekli uyumu yapacak yumuşaklığa kavuşmaktadır.
2. Körlenen kumların sökülüp atılması kolaylaşır ve zımpara devamlı keskin kalır.

Bükme işlemi yapılırken jumbo halindeki yarı mamül ürünler, çelik ve kauçuk merdaneler arasından geçirilir. Bu sırada bağlayıcı madde kontrollü bir şekilde çatlatılmış olur. Üç tip bükme vardır:

Tekli Bükme İşlemi: Zımparadaki çatlaklar arası yaklaşık mesafe 1mm dir. Normal kullanım içindir. 100 ve daha ince kum büyüklüğündeki zımparalara uygulanmaktadır.

Çitli Bükme İşlemi: 45° açı ile iki defa bükme işlemi yapılır. Parçalı bantlar için kullanılan 80 ve daha kalın kum büyüklüğündeki zımparalara uygulanmaktadır.

Üçlü Bükme İşlemi: Yumuşak, çok esnek bez zımparalara uygulanmaktadır.

1.3.4. Kaplanmış Aşındırıcıların (Zımparaların) Kullanım Şekilleri

1.3.4.1. Tabaka Halinde Kullanım

Genellikle 230x280 mm'lik tabakalar elle yapılan işlerde kullanılır. Portatif el zımpara aletlerinde kullanım için çeşitli boyutlarda kesilmiş, düz ve delikli olanları, kendiliğinden yapışan tipleri de vardır.

1.3.4.2. Rulo Halinde Kullanım

Rulolar çeşitli genişliklerde ve 50 metre boyunda zımpara içeren toplardır. Tabaka halinde kullanıma göre daha ekonomiktir, ucundan gerektiği kadar kesilip alınarak harcanır. Aynı zamanda bant ve diğer şekillerin yapımı için kullanılır.

1.3.4.3. Disk Halinde Kullanım

Kağıt veya bez tabanlı olup yüksek hızlı el aparatlarına yapıştırılarak polisaj işlerinde veya fiber tabanlı olup gene el zımpara aletlerine takılarak her türlü çapak alma ve yüzey düzeltme işlerinde kullanılırlar. Disk zımpara ürünler ortası delikli, deliksiz, yanları veya deliğinin etrafı yarık, yanları sekiz köşeli şekillerde olabilir. Ortası deliksiz olanlar el zımpara motorlarına yapıştırılarak, ortası delikli olanlar ortasından somunla sıkılarak kullanılır. Kenarı yarık olanlar dar yerlere, deliklere girebilmek içindir. Deliğinin etrafı yarık olanlar somunla sıkılınca kenarların

havaya kalkmaması için kullanılır. Sekiz köşeliler hem ısı oluşmasını azaltır; hem de dönerken zımparalanan yeri görmeyi sağlar.

1.3.4.3. a) Disklerin kullanılması: Diskler uygun kullanılırsa hem daha iyi yüzey çıkarır; hem kullanım ömrü artar; hem de daha fazla verim sağlar. Kullanım esnasında şunlara dikkat edilmelidir:

1. Dönen disk iş üzerinde devamlı hareket halinde olmalıdır. Diskin altındaki yastık düz yüzeyler için sert, kavisli yüzeyler için yumuşak türden seçilmelidir. Disk iş üzerine fazla bastırılmamalı, diskin yaklaşık 2-3 cm genişlikteki kısmı iş parçasına 10-15 derecelik bir açı ile değmeli veya motor mili yüzeye 75-80 derecelik bir açı ile tutulmalıdır. Kaynak yerlerini temizlerken zımpara diski eni yaklaşık 5 mm kadar bir şeritte hareket ettirilmelidir. Uygun tipte ve sertlikte disk kullanılmalıdır. Çabuk talaş kaldırmak için fiber tabanlı, 16-50 gibi kalın kumlu, boya veya kaplamaya hazırlanan saç yüzeylerin perdahı için bez veya fiber tabanlı 60 veya daha ince kumlu disk önerilir. Bunlara dikkat edilmez ise fazla ısınma olur, iş yüzeyi renk değiştirir ve yanar. Fazla ısı, diski anormal aşındırır.
2. Belirli bir iş için önce ince kumlu disk seçilmeli, gerek görülürse kalın kuma gidilmelidir. Kesmez hale gelen diskler atılmalıdır. Kumu tabana sıkı bağlayan reçineli disk tercih edilmelidir. Zayıf disklerde kopan kumlar disk ile iş arasına girerek yüzeyde derin çizikler oluşturur. Kalın kumlu diskten sonra ince kumlu disk kullanırken çapraz hareketler yaptırılmalıdır. Buna dikkat edilmez ise yüzey bozukluğu olur.
3. Disk iş üzerinde devamlı tutulmalıdır. Darbeler halinde yürütülüp hareketin sonunda yüzeyden kaldırılmalı, sonra tekrar ikinci hareket verilmelidir. Yüzeyde çukur yerler varsa biraz daha sert yastık seçilmelidir. Sert yastığa dayalı disk çukur yerlerin etrafındaki yüksekliği giderir. Bunlara dikkat edilmez ise yüzey bazı yerlerde fazla inceler, düzlükler oluşur, boya yapılırca bunların etrafındaki çizgiler belli olur.
4. Aşınmış diskler düz yüzeyler için elverişli olmakla beraber kenar ve köşeler için de kullanılabilir. Çizik ve yanma da yapmaz. Bunlardan faydalanılmalıdır ama iş çıkarma kapasitesinin azalacağı da göz önünde tutulmalıdır.

1.3.4.3. b) Disk hızları: Hız, zımparalanan malzemeye ve iş parçasının şekline, büyüklüğüne, yüzey durumuna bağlıdır. Paslı çelik ve sıcak haddelenmiş malzemede talaş kaldırma fazlaştıkça disk ömrü azalır. Yumuşak malzemede ise fazla talaş kaldırmak için yüksek hız tercih edilir, bu diskin ömrünü etkilemez.

1.3.4.4. Bant Halinde Kullanım

Zımpara bantları dar, geniş ve parçalı olmak üzere üç tipte yapılır. Genişlik x boy şeklinde ölçülendirilir. Örneğin; 50mm X 4000mm denilince, eni 50 milimetre, boyu 4000 milimetre olan bant anlaşılır. *Dar bantlar*, genişliği 600 mm ye kadar olanlardır. Zımparanın yapım genişliği olan 1320-1550 mm ye kadar olanlara ve zımparanın yapım genişliğinden daha da geniş olanlara '*geniş bant*' denir. Dar ve geniş bantlar aynı genişlikteki rulodan istenen boyda kesilerek ve kesilen uçlar yapıştırılarak yapılır. Yapıştırılan yere '*ek yeri*' denir. Dar bantlarda tek, geniş bantlarda tek veya daha çok ek vardır. İstenilen bant genişliği bandın yapım genişliğinden fazla olduğu zaman, bantlar parçalı olarak yapılır. İstenilen bant boyunu buluncaya kadar parçalar alt alta eklenir. Ek yerleri genellikle bindirme, gerektiği zaman alın altına, zig-zag, kırlangıç kuyruğu şekillerinde yapılır. Bu daha çok yapımcıya, bandın yapıldığı malzemeye, kullanma koşullarına bağlıdır. Bindirme eklerde ekleme açısı 37°-76° arasındadır. Ek yeri eni 6.4mm-9.5mm arasında değişir. Eklenen yerde üst kısmın aşındırıcı tabakası aynen bırakılır veya traş edilir. Traş edilirse burada bandın bir kalınlık yapması önlenir, böylelikle daha düzgün yüzey elde edilir, fakat ek yeri zayıflar. Böylece hazırlanan yüzeylere reçine sürülür, 15 dakika kadar kurumaya bırakılır, sonra yapıştırılacak yüzeyler üst üste konup 60°C ısıda ve 15-170 ton arasında bir basınçla sıcak preste bastırılır.

1.3.4.4. a) Bantların kullanılması: Dar zımpara bantları bir dayama tekerine, geniş bantlar da bir baskı tamburuna dayalı olarak dönerler. Bu teker veya tambur, bandı iş parçası üzerine bastırır. Bandı döndürmek için gerekli motor gücü bant genişliği ile orantılıdır. Dayama tekeri de uygun seçilmelidir. Dayama tekeri yumuşak seçilmiş ise, avar kasnak aşağıya, yere konur. Yukarı konursa bant sağa sola kaçır. Sert dayama tekeri seçilmiş ise, bunun aksi yapılır.

1.3.4.4. b) Dayama tekerleri: Zımpara bantlarının çalışma sırasında dayandığı tekerlerdir. Bunlar genellikle kauçuktandır. Kumaş, keçe, deri, plastik, çelik ve alüminyum olanları da vardır. Kaba zımparalama için sert, ince zımparalama için yumuşak olanları kullanılır. Shore derecesi olarak sertlikleri 35 ile 90 arasında olur. Sert tekerle çalışırken değme alanı küçük olduğunda bant basıncı fazladır, zımpara daha kuvvetli keser. Yumuşak tekerde ise bant basıncı daha azdır. Küçük çaplı dayama tekeri ile çalışan bant, değme alanı küçüklüğü nedeni ile iyi keser. Dayama tekerlerinin, kanallı veya düz, gövdesi yarıklı veya dolu tipleri vardır. Üzeri kanallı ve sert olan tekerler kaba zımparalamada düz ve yumuşak olanlar ince zımparalamada kullanılır. Kanallar çabuk kesmeyi ve talaşların atılıp bant yüzünün dolmamasını da sağlarlar. Geniş kanallı olanlarda değme alanı küçük, dar kanallılarda büyük olduğundan, geniş kanallı tekerlerle daha çabuk iş çıkar. Kanalların açıları da önemlidir. Açı büyüdükçe kesme kuvveti

çoğalır. Çelik dayama tekerleri geometrik hassasiyet istenilen kuvvetli zımparalamalarda, kumaş veya yumuşak maddeden yapılmış tekerle şekilli parçaların zımparalanmasında kullanılır.

1.3.4.4. c) Yağ kalıbı kullanılması: Alüminyum zımparalanmasında kural olarak gres kalıbı kullanılmalıdır. Yağ, yüzey kalitesini artırdığı gibi talaş kaldırmayı da 2-3 katına çıkarır.

1.3.4.4. d) Grafitli bez: Grafit kaplı sağlam bir bez olup sunta gibi plaka zımparalama makinelerinde sürtünmeyi azaltır.

1.3.5. ZIMPARALARDA AŞINMA SORUNLARI

Normalin dışında meydana gelen aşınmaların nedenleri ve alınacak önlemler şunlardır:

1.3.5.1. Aşındırıcı Kumların Anormal Aşınması

Zımpara yüzeyinde diğer yerlere göre biraz daha fazla çıkıntı yapan aşındırıcı kumların tepeleri aşınır, körleşir, düz bir yüzey oluşur. Zımpara kesmez olur, iş parçası üzerinde kayar, aşırı ısınma yapar. Nedeni, zımparanın parçaya gereği kadar bastırılmamasıdır. Basıncın artırılması, daha sert ve geniş kanallı veya küçük dayama tekeri kullanılması yahut hızın azaltılması ile bunun önüne geçilebilir. Bunlar fayda etmez ise zımparayı değiştirmek gerekir.

1.3.5.2. Aşındırıcı Kumların Anormal Dökülmesi

Aşındırıcı kumlar, yalnız başlarına veya bağlayıcı madde ile birlikte yerlerinden kopup düşer. Bunun nedeni ağır çalışma koşulları, kumların yetersiz şekilde yapışmış olması veya aşırı bükme işlemidir. Çalışma basıncı azaltılarak, daha yumuşak veya dar kanallı büyük çaplı dayama tekeri kullanılması ile hız artırılarak bunun önüne geçilebilir. Bunlar fayda etmez ise zımparayı değiştirmek gerekir.

Ayrıca, nem aşırı ısı gibi normal koşullarda veya uzun süre depoda kalmış zımparalarda da dökülme görülür. Zımparaların bağlayıcı maddesi kimyasal bir bileşik olduğundan, zamanla bozulur. Örneğin, reçinenin ortalama ömrü iki yıldır. Üretim tarihinden başlayarak iki yıl veya daha uzun süre geçmiş olan zımparalar pek işe yaramayabilir.

1.3.5.3. Zımpara Yüzeyinin Dolması

Zımparalanan malzemenin talaşları kumların aralarına girer ve keskin köşeleri kapatır. Böylece yüzey talaşla dolarak köşeleri kapatır. Böylece yüzey talaşla dolarak kesme verimini azaltır. Bu nedenle ağaç zımparalanması işlerinde, seyrek kumlu zımparalar kullanılır. Perdah ve vernikli yüzeyler için dolmaya karşı önlem alınmış zımpara tipi seçilir. Metal yüzeyler için zımpara bandı yağlanır. Özellikle, alüminyum zımparalanmasında yağlamaya önem verilmelidir. Diğer önlemler olarak, geniş kanallı veya küçük çaplı dayama tekeri kullanılabilir.

1.3.6. Zımparaların Saklanma Koşulları

Zımpara, değişken nem şartlarında tek katlı bir malzeme gibi etkilenir. Zımpara tabanı, nem çoğaldıkça genişler, nem azaldıkça daralır. Çok kuru hale gelmiş kağıt tabanlı zımparalar kolaylıkla kırılabilir olduğundan bunlardan çok az faydalanılabilir. Üretim sırasında zımparalar %40-50 bağıl nem derecesindedir. Bu bakımdan zımparaların depolanacağı yerdeki bağıl nem derecesi de %40-50 ve ortam sıcaklığı da 15-20°C olmalıdır. Zımpara kutuları depoda açılmadan saklanmalı; ancak kullanılacağı son dakikada açılmalıdır. Böylelikle zımparaların katlanmaları, çatlamaları ve kenar yırtılmaları önlenmiş olur. Deponun ve zımparaların çalıştığı yerin, nem ve ısı dereceleri çok farklı ise zımparalar kullanılacağı makinenin yanına kullanımdan bir veya iki gün evvel getirilip bekletilmelidir.

1.3.7. Zımparalama İşlemlerinde Maliyet Hesabı

Zımparalamada maliyet hesabı, fazla talaş kaldırılan dökümhane gibi yerlerde, 0.5 veya 1 kg talaş kaldırmak için harcanan zımpara masrafı ile söylenir. Zımpara bandı veya disk ile çalışılıyorsa, bir bant veya diskle kaç birim parça veya eşya zımparalandığı veya bir birim eşyanın kaç zımpara ile bitirilebildiği gibi yöntemlerle yapılır. Fakat daima malzemeler ve çalışma koşulları değişik olduğundan sonuç genellikle ortalama olur.

1.4. Zımpara Taşları

Zımpara taşı binlerce keskin noktası olan hassas bir alettir. Nasıl ki aşındırıcı kumlar bir yere sürülünce bir testerenin dişi gibi çalışıyorsa, birçok kumu bir araya getirip bunları dairesel veya başka bir şekle sokulduğunda, bir sürü kesici dişi olan bir testere ortaya çıkar ki

buna ‘*zımpara taşı*’ adı verilir. Zımpara taşı aslında bir kesici takımdır. Kumlar serbest olarak bir arada durmayıp dağılacaklarından bunları bir madde ile birleştirmek gerekmektedir. Bu maddeye ‘*bağlayıcı madde*’, taşa da ‘*aglomere edilmiş taş*’ denir.

Bir zımpara taşında iki temel eleman, yani aşındırıcı kum ve bağlayıcı maddesi, arada boşluklar bırakmak sureti ile birbirleri ile birleşmiş durumdadır. Boşluklar taşlamada soğutucu sıvının taşa daha iyi etki yapmasını ve taşlama sırasında çıkan ince taşların atılmasını sağlar.

1.4.1. Zımpara Taşlarının Sınıflandırılması

1.4.1. a) Kum büyüklüğüne göre: Çok kaba, kaba, orta, ince, çok ince, olağanüstü ince kumlu taşlar

1.4.1. b) Kum özelliğine göre: Elmas, CBN taşlar

1.4.1. c) Bağlayıcı maddesine göre: Seramik, reçine, kauçuk, silikat, magnezit, grafit bağlayıcı taşlar

1.4.1. d) Sertliklerine göre: Çok yumuşak, yumuşak, orta, sert, çok sert taşlar

1.4.1. e) Dokularına göre: Çok sık, sık, orta, seyrek, çok seyrek dokulu taşlar

1.4.1. f) Kullanma amacına göre: Dış çap taşlama, iç çap taşlama, yüzey taşlama, takım bileme, kesme, dişli taşlama, vida taşlama, çapak kırma

1.4.1 g) Geometrik şekillerine göre: Düz, tabak, düz çanak, konik çanak, silindir, saplı taşlar

1.4.2. Zımpara Taşının Çalışma Şekli

Zımpara taşı döndürülür ve iş parçası üzerine bastırılır. Keskin noktalar iş parçasından küçük talaşlar koparır. Bastırma sebebi ile zımpara taşının keskin noktaları düzleşir, taş kesmez hale gelir. Bu sürtünmeyi, ısı oluşmasını ve taş üzerindeki yükü çoğaltır. Bu yük altında ya aşındırıcı kumlar kırılır ya da bağlayıcı madde kopar ve bu suretle yeni keskin noktalar ortaya çıkar. Bu sırada iş parçasında yüzey kalitesi ve geometrik beklentiler istenildiği gibi devam ediyorsa, taş kendi kendini bilemektedir. Aksi halde taş yüzeyinin başka bir şekilde keskin hale getirilmesi gerekir.

1.4.3. Zımpara Taşlarında Sertlik ve Doku

Zımpara taşlarında sertlik ve doku, bağlayıcı maddeden doğan ve birbirileri ile ilgili iki özelliştir.

1.4.3.1. Sertlik

Bağlayıcı maddenin aşındırıcı kumları bir arada tutma kuvvetine '*taşın yapısal sertliği*' veya sadece '*sertliği*' denir. Taşın çalışmada sert özellik göstermesi bununla karıştırılmamalıdır. Taşın kendi sertliği ve taşın sert gibi çalışması ayrı konulardır. Ayrıca sertlik taşın yapısındaki aşındırıcının sertliği de değildir. Çok sert bir aşındırıcı ile yumuşak taş, yumuşak bir aşındırıcı ile sert taş yapılabilir. Taşın sertliği daha çok, dayanıklılığı demektir. Sert taşta bağlayıcı madde kumları sıkı sıkı tutar, kolay bırakmaz. Yumuşak taşta bunun aksi olur. Taşlama ile aşındırılacak malzeme yumuşak ise buna sert taş, sert ise yumuşak taş gerekir. Çünkü sert malzemeye sert taş vurulursa kesici uçlar çabuk körlenir, kesmez olur, yumuşak malzemeye yumuşak taş vurulursa kesici uçlar arası dolar, taş gene kesmez olur.

1.4.3.2. Doku

Bağlayıcı madde ile birleşen aşındırıcı kumların arasında boşluklar oluşur. Bunlar bazen büyük bazen küçüktür. Bir taşın hacmini 100 cm^3 kabul edip bunun 50 cm^3 'ünü aşındırıcı kum, 30 cm^3 'ünü bağlayıcı madde olduğu varsayılırsa, kalanı bu gözeneklerdir. Bu oranları değiştirerek taşın bağlayıcı miktarından ötürü daha sert veya daha yumuşak, aşındırıcı miktarından ötürü daha sık dokulu veya fazla gözenekli yapılabilir.

Seçilen bir taşın yerine daha sert bir taş kullanılırsa,

- Taş daha yavaş keser
- Daha yavaş aşınır
- Daha iyi yüzey çıkarır

Seçilen bir taşın yerine daha yumuşak bir taş kullanılırsa,

- Daha çabuk keser
- Daha çabuk aşınır,
- Daha kaba yüzey çıkarır.

Zımpara taşının sertliği; A' dan Z' ye kadar harflerle gösterilir. A harfine yakın işaretli taşlar yumuşağa doğru, Z harfine yakın taşlar sertliğe doğrudur.

Zımpara taşının dokusu; 1'den 12'ye kadar rakamlarla gösterilir. 1 en sık dokulu, 12 en seyrek dokulu taş demek olur.

Yüksek taş basıncı ile çalışılıyorsa veya vida taşlamada olduğu gibi köşelerde aşınma olmaması istenildiği hallerde 1-2 gibi sık gözenekli taş kullanılır. Silindirik taşlamada olduğu gibi taşın değme noktası küçükse 3 gibi orta sık gözenekli ve yüzey taşlamada olduğu gibi geniş değme alanlı işlerde 4-5 gibi seyrek gözenekli taş kullanılır. 6-7-8 gibi çok gözenekli taşlar ısıya karşı duyarlı katıklı çeliklerin taşlanması, takım bilemelerde, kauçuk, keçe, deri gibi zor taşlanan malzemelerin taşlanmasında kullanılır.

1.4.4. Zımpara Taşlarının Üretimi

1.4.4.1. Anorganik Bağlayıcılı Zımpara Taşlarının Üretimi

Zımpara taşlarının yarısından fazlası anorganik bağlayıcılıdır. Bunlar, sağlam ve süngerimsi yapıları sebebi ile geç aşınır ve çok talaş kaldırır. Su, asit, yağ ve iklim değişikliklerinden zarar görmezler. Her noktası aynı yapıda olup daha sert veya daha yumuşak bir tarafları bulunmaz.

Zımpara taşları üretimleri için uygun kalite ve ölçüde ham maddeler, yani kum ve bağlama maddesi silolardan alınıp tartılır. Kuvvetli mikserlere konur. Nemlendirmek için yeterli su eklenir. Karıştırma sırasında her kum tanesinin etrafında bir bağlama maddesi tabakası oluşur. Karışım bir süre bekletildikten sonra elekten geçirilip çelik kalıplara konarak hidrolik preslerde istenilen ölçüden biraz büyük olmak üzere şekillendirilir. Presin basıncı zımpara taşının büyüklük, yapı ve yoğunluğa bağlıdır. Büyük taşlarda 2000 tonu geçer. Presten çıkan taslaklar, gerekiyorsa istenilen fatura veya rötuşlar için çömlekçi çarkına benzer bir masada traşlanırlar. Daha sonra sıcaklığı ve nem oranı kontrollü bir yerde kurumaya bırakılırlar. Bu anda taslaklar yumuşak olduğundan hemen kırılabilir. Kuruyan taslaklar yakıtlı veya elektrikli, yaklaşık 80metre uzunluğundaki tünel fırınlarında 1300°C'de pişirilir. Taslaklar yakıtlı fırına konurken ısıya dayanıklı silisyum karbür tepsilere, tepsilerde arabaya konulur. Hidrolik bir itici her 4 saatte bir fırındaki arabaları bir araba boyu iter. Pişirme süresi 5 ile 7 gündür. Arabalar önce ön ısıtmadan geçer, sonra pişme bölgesine girer. Bu bölgede, killi olan bağlama maddesi eriyerek cam halini gelir ve sonra fırının soğutma kısmına gelince de sertleşir. Elektrikli tünel fırınları

daha küçüktür. Taslaklar gene silisyum karbür tepsilerle fırına verilir. Her beş dakikada bir tepsi içeri sokulur. Yeni bir tepsi sokulunca bir itici bütün tepsileri iter. Pişme süresi daha kısadır. Yakıtlı fırın büyük taşların, elektrikli fırın küçük taşların pişirilmesi için kullanılır. Fırından çıkan taşlar torna tezgahına benzeyen makinelerde veya kum püskürtme ile temizlenir, pişerken oluşan parlak tabaka atılır, taşlar son ölçülerine getirilip bilenir. Bundan sonra taşların uygun sertlikte olup olmadıklarına bakılır. Sertlik kontrollerinin çeşitli yöntemleri vardır. Titreşim frekansı sertliğe göre değiştiğinden bu frekans veya taşın elastikiyet modülü ölçülür. Yahut kum püskürtme metodu ile taşın aşınmaya karşı dayanıklılığı saptanır.

Zımpara taşlarının titreşimsiz çalışması esas olduğundan, yapım sırasında dengeli bir şekilde yapılmasına özen gösterilir. Bununla beraber yapımdan sonra da dengenin limitler içinde olup olmadığı tekrar kontrolden geçirilir. Dengesizlik varsa düzeltilir.

1.4.4.2. Organik Bağlayıcılı Zımpara Taşlarının Üretimi

Organik bağlayıcılı zımpara taşları, yüksek hızda çalışmalar için yapılmış olup bunlar anorganik bağlayıcılı taşlardan yaklaşık %50 daha yüksek hıza dayanırlar. Portatif taş aparatlarında, dökümhane işlerinde ve kesmede olduğu gibi ağır çalışma koşulları için elverişlidir. Bu taşlar düşük ısıda pişirildiğinden içlerine, yanma korkusu olmadan, takviye malzemesi konulabilir.

Organik bağlayıcılı zımpara taşları üretiminde, uygun aşındırıcı kum ve toz halinde bağlayıcı madde karıştırılır, kolay kalıplamak için katkı maddesi eklenir. Karışım tartılarak çelik kalıplara konur. Hidrolik preste şekillendirilir. Buna '*soğuk presleme*' denir. Bazı organik bağlayıcı taşlar sıcak preslenir. Taşın yoğunluğunu artırmak için presleme sırasında buharla ısıtılmış bir baskı, bağlayıcı maddeyi yumuşatır, eritir. Taş birkaç dakika preste basınç altında tutulur. Bu sıcak presleme sırasında bağlayıcı madde kısmen veya tamamen, taşta oluşması istenilen sertlik derecesine göre pişmiş olur.

Kauçuk bağlayıcılı taşların bazıları merdane ile yapılır. Aşındırıcı kum, yoğurma ve karıştırma merdanelerinde, doğal, yapay veya bunların karışımı kauçuk içerisine yedirilir. Karışım çift merdanedan geçirilerek istenilen kalınlıkta bir levha haline getirilir. Taşlar bu levhadan kalıpla kesip çıkarılır. Merdane ile yapılmayan kauçuk bağlayıcı taşlar ise preslenmeden sonra basınç altında vulkanize edilerek pişirilir.

1.4.4.3. Özel İşlem Uygulanmış Zımpara Taşları

Bazı zımpara taşları yapılırken, aşındırmayı kolaylaştırmak veya taşı daha etkili hale getirmek için, taşa uygun bir madde emdirilir. Buna '*treatment*' denir ve taşın kalite işaretinden sonra '*TR*' harfleri ile gösterilir. Özel işlem görmüş taşlar %5-15 arasında daha pahalıdır. Bu tip taşlar şu bakımdan daha verimli olur.

1. Taş yüzünün dolması azalır. Taşa emdirilen madde delikleri tıkayarak buralarda yabancı madde birikimini önler. Çok geniş yüzey taşlamalarında soğutma sıvısının yeterli bir şekilde erişemediği değme noktalarında taş yüzünün dolmasını önlemede özellikle fayda sağlar.
2. Taşın kesmesi kolaylaşır, taş ömrü uzar. Ağır taşlama koşullarında oluşan ısı taşa emdirilen maddeyi yumuşatır, akıtır ve böylece yağlama görevi yapar.
3. Taşın aşınmaya karşı direnci artar, bu sırada verim düşmez, yanma tehlikesi olmaz.
4. Şekil bakımından hassas taşlarda, emdirilen madde delikleri tıkadığından kumlara ek destek sağlar ve taşın şekli çabuk bozulmaz. Delikleri tıkadığından taş su geçmez hale gelir.

Özel işlemler gerektiğinde daha çok 500 mm ve daha yukarı çaptaki ve pirinç, bronz, magnezyum, alüminyum gibi malzemelerin kuru ve kaba taşlanmasında kullanılan taşlara ve yine puntasız taşlama, silindirik taşlama, iç taşlama, takım taşlama gibi sulu ve hassas taşlama işlerinde kullanılan taşlara uygulanır.

Özel işlemler hakkında kısa bilgiler şunlardır:

TR-3

Taşlamada oluşan ısıdan etkilenmez. Taşın yapısına girince taşı birkaç derece daha sert çalıştırır. Vida taşlama ve bazı saplı spiral taşlarla yapılan çapak temizleme işlerinde iyi uç ve köşe çıkarır.

TR-5

Yumuşama noktası yüksek olduğundan ısı oluşan çapak kırma işlerinde punta leplemesi gibi işlerde faydalıdır. Taşlama basıncı altında yeterli bir yumuşama ile yağlama görevi de yapar. Özellikle demirden gayri malzemelerin taşlanmasında taş yüzünün dolmasını azaltır.

TR-12

Bu işlemde parafinler, balmumu ve stearatlar kullanılır. Daha çok 750mm çapında ve en çok 100mm eninde taşlarla pirinç, bronz ve magnezyum gibi demirden başka malzemelerin taşlanması için yapılan taşlara uygulanır. Bu malzemeleri taşlarken özel işlem uygulanan taşların özellikle kuru taşlamada daha iyi kestiği, taş ömrünü uzattığı, ısınma ve yüzey dolmasını azalttığı görülür.

TR-22

En çok kullanılan özel işlemdir. Maddesi kükürttür. Bıçak bileme taşları da bu işleme tabi tutulur. Bu işlem organik bağlayıcılı taşlara uygulanmamaktadır. Kükürt emdirilmiş bir taş, emdirilmemiş olana göre daha iyi yüzey çıkarır. Fazla taş kaldırılması istenen puntasız ve yüzey taşlama işlemlerinde de kükürt emdirilmiş taş kullanılması verimi artırır.

TR-X110

Taşlama taşın keskin köşe çıkarma kabiliyetini artırmak için yan yüzeylerine özel bir reçine ile yapılan emdirme işlemidir.

1.4.5. Zımpara Taşlarının Dayanıklılığı

Zımpara taşlarında dayanıklılık şu özelliklere bağlıdır:

1.4.5.1. Bağlayıcı Maddenin Türü

1. Seramik ve silikat gibi anorganik bağlayıcı maddeler kimyasal etkilerden zarar görmezler. Her iki bağlayıcı madde de merkezkaç kuvvetlere karşı dayanıklı olmakla beraber elastikiyet katsayılarının küçüklüğü ve yüksek iletkenlikleri nedeni ile mekanik ve termik darbelere karşı hassastır.
2. Sentetik ve doğal reçineler ve kauçuk gibi organik bağlayıcı maddeler, anorganik bağlayıcı maddelere göre daha fazla elastikiyet katsayılı olduğundan bunlarla yapılan taşlar darbelere, taş yüzü ile taş deliği arasındaki ısı farklarına daha fazla dayanırlar ve daha yüksek hızlarda kullanılabilirler.
3. Magnezit bağlayıcı maddeler suya karşı hassas olduğundan bu bağlayıcı ile yapılan taşlarla sulu taşlama yapıldığında, seramik ve silikat taşlara göre daha düşük hız kullanılmalıdır.

1.4.5.2. Zımpara Taşının Şekli

Deliği küçük, düz taşlar daha dayanıklı olur. Belirli bir çap için deliği büyük veya faturalı olanın dayanıklılığı azalır. İnce taşlar yandan gelecek baskılara dayanıksızdır. Çanak ve silindir tipi taşlar düz taşlara göre daha zayıftır.

1.4.6. Zımpara Taşının Özelliği

Her bakımdan eşit koşullarda, ince kumlu kalın kumludan, sert taş yumuşak taştan daha dayanıklı olur.

1.4.7. Zımpara Taşlarının İşaretlenmesi

İşaretler şu sıraya dizilerek taş üzerinde bir grup halinde gösterilir.

“Aşındırıcı türü, Kum ölçüsü, Sertlik, Doku, Bağlayıcı madde”

Örneğin;

- NK80 K 5 V
- A80 K VS

Her iki işaretlemenin anlamı şöyledir:

Alüminyum oksit normal korund’dan, 80 kum ölçüsünde, K sertliğinde, orta dokulu ve anorganik bağlayıcı maddeli zımpara taşı.

Her taş yapımcısı ürün kataloğunda ve taşların üzerindeki etiketlerde veya taş üzerine yazmak sureti ile bu özellikleri belirtir. Özelliği belli olmayan, etiketi düşmüş, yırtılmış veya okunamaz hale gelmiş taşları kullanmak çok sakıncalıdır. Böyle taşları kullanma zorunluluğu varsa en düşük hız seçilmelidir. Zımpara taşı üreticileri taşların üzerine etiketleri koymak ve istenen bilgileri vermek zorundadır. Kullanıcılar da, bir yeni bir taş üzerinde bu etiketleri kesinlikle aramalı, taşı kullanırken de bunları atmayıp taş bitinceye kadar bir yerde saklamalıdır. Taş bitmeden tezgahtan çıkarıldığında, etiketi üzerine takmalı ve bir sonraki kullanıma kadar etiketi ile birlikte muhafaza edilmelidir. İşaretler sadece taşların yapım özelliğini gösterir. Taşın kullanmadaki çalışma ve veriminin ölçüsü değildir. Aynı ayrı yapımcıların yaptığı taşlar aynı işaretleri taşıyabilir, bunlardan aynı sonucun alınması mümkün olmayabilir. İyi bir taş yapımcısının aynı işareti taşıyan taşları, aynı çalışma koşullarında farklı sonuç vermemelidir.

Kesme ve apak alma için kullanılan reçine bağlayıcı fleks ve diğer yüksek hızda çalışacak taşların üzerinde, reçinenin kısıtlı ömrü nedeni ile yapım yılı ve ayrı gösterilmiş olmalıdır. Taşın bayatlayıp bayatlamadığı böylelikle öğrenilmiş ve kullanmada güvenlik sağlanmış olur.

1.4.7.1. Kum Tipleri İşaretlemesi

- Normal Korund : A, NK, RA, BA, GA, HK, XG, TA
- Asil Korund : AK, ZA, 38A, WA, AE, 89A, EKW, KS
- Silisyum Karbür : SC, C, 37C, 39C, IC, SCg, 9C,BC
- Zirkonyum : ZF, LZ,115A, 93A, 2AXA

1.4.7.2. Kum ls için Kullanılan İşaretler

Küçük sayı kalın, büyük sayı ince kumu göstermek üzere aşağıdaki rakam grupları kullanılır:

<u>ok kaba</u>	<u>Kaba</u>	<u>Orta</u>	<u>İnce</u>	<u>ok ince</u>	<u>Olağanüstü ince</u>
8	14	30	70	150	280
10	16	36	80	180	320
12	20	46	90	200	400
	24	50	100	220	500
		60	120	240	600 ve daha ince.

1.4.7.3. Taş Sertliği için Kullanılan İşaretler

- A, B, C, D, E, F, G : Çok yumuşak
- H, I, J, K : Yumuşak
- L, M, N, O : Orta
- P, Q, R, S : Sert
- T, U, V, W : Çok sert
- X, Y,Z : Olağan st sert

1.4.7.4. Doku İçin Kullanılan İşaretler

Aşındırıcı kumlarla bağlayıcı maddeler birleşince aralarında oluşan boşluklar küçükse taş sıkı dokulu, büyükse taş seyrek dokulu denir. Doku, 0 ila 12 arasında rakamlarla gösterilir. Küçük rakamdan büyüğe doğru doku daha seyrek demektir.

0-3 : Sık dokulu

4-5 : Orta dokulu

6-12 : Seyrek dokulu

Zamanla, taşların her kum ve sertlik özelliği için bir doku standardı meydana gelmiş bulunmaktadır. Bu standart, bağlayıcı maddenin uygun seçimi ile korunmakta olduğundan son zamanlarda yapılan bazı taşların işaretlenmesinde doku işaretine gerek duyulmamaktadır. Çok seyrek dokulu taşları göstermek için işaret grubunun sonuna P harfi eklenir.

1.4.7.5. Bağlayıcı Madde İçin Kullanılan İşaretler

Anorganik : V, V53, VA, VX, V75, VG, VBE, VS, VK

Silikat : S

Magnezit : Mg

Organik : B, BM4, B106, BZZ, B7H

Kauçuk : R51, RR51

1.4.7.6. Taş Üzerindeki Diğer İşaretler

Taş üzerinde bir etiket bulunmaması veya üreticisi tarafından konulmamış olması hallerinde en az şu bilgilerin aranması ve bulunması güvenli bir çalışma için önem taşır. Bunlar taş üzerine çıkmaz boya ile yazılmış da olabilir:

- Üreticinin adı veya markası,
- Taşın ölçüleri,
- Taşın özellikleri,
- Taşın azami dönüş hızı RPM veya m/s
- Üretim seri numarası
- Bazı taşlar için üretim tarihi
- Ok işareti

Ok işareti ile beraber genellikle bir de “yukarı”veya “aşağı” gibi bir kelime bulunur. Bu, taşın mile üzerine oturtulurken ok ucunun yukarıya veya aşağıya getirilmesi demektir. Buna uyulursa taşın dengeli dönüşü sağlanmış olur.

1.4.7. Zımpara Taşlarının Önemi

Taşılama esnasında uygun zımpara seçimi yapılması gerekmektedir. Örneğin; metal bir parça, üretim için önce kalıba dökülerek veya dövülerek kabaca şekle sokulmakta, torna, freze, matkap gibi talaş kaldıran bir tezgahta işlenmekte ve son işlem olarak taşılama tezgahında bir zımpara taşı ile taşlanmaktadır. Son işlemde amaç parçayı istenilen ölçü ve toleranslarda ve istenilen yüzeysel özelliklerde kullanıma hazır hale getirmektir. Eğer zımpara taşı doğru seçilmiş ve taşılama işlemi doğru yapılmış ise sonuç olumlu olmaktadır. Ancak, zımpara taşı iyi seçilmemiş ve iyi kullanılmamış ise, sonuçta parça bozuk çıkmakta ve hurdaya atılmaktadır. Böylece o parçaya başından beri yapılmış olan bütün işlemler ve harcamalar boşa gitmektedir. Bu bakımdan aşındırıcıların doğru seçilmesi ve doğru kullanılması hem teknik ve hem de ekonomik yönden kesin bir zorunluluktur. Bu aynı zamanda, işlemlerin kısa sürede bitirilmesi yani üretimin, artırılması, kalitenin iyileştirilmesi ve toplam maliyetin düşürülmesi demektir.

Ayrıca, aşındırıcı malzemeler kullanılırken, bunların toz, talaş, kıvılcım çıkarması, zımpara taşlarının dönüş hızları veya başka nedenlerle kırılma ve kazalara neden olma olasılığı, aşındırıcı malzeme seçiminde ve kullanılmasında güvenlik önlemlerine öncelik verilmesini gerektirmektedir. İyi bir araştırma yapılırsa görülecektir ki iş kazalarında ölümlerin, yaralanmaların, organ kayıplarının yanı sıra, makine ve teçhizata ve çevreye verilen zararların oldukça büyük kısmı, aşındırıcıların, özellikle zımpara taşlarının doğru seçilmemesinden ve doğru kullanılmamasından doğmaktadır. Aşındırıcı malzeme kullanan fabrikalar, bunları satın aldıktan sonra, taşınmasında, ambarlanmasında, korunmasında ve kullanılmasında gerekli özeni göstermezler ise, malzeme, nem, çatlama, kırılma, zaman aşımı gibi çeşitli etkenlerle bozulup kullanımda zararlara yol açabilir. Endüstrileşmiş ülkelerde olduğu gibi memleketimizde de aşındırıcılarla ilgili güvenlik standartlarının bir an evvel çıkarılması zorunluluğu vardır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler

Bu tez çalışmasında kullanılan tüm kimyasal maddeler analitik saflıkta ve alındığı şekilde ambalajından kullanılmıştır. Deneysel çalışmalarda kullanılan kimyasallardan, bağlayıcı madde olarak fenolik reçine tiplerinden rezol türevli reçine kullanılmıştır. Reçine içerisine katılan aktif dolgu malzemesi vazifesi için bor bileşiklerinden biri olan potasyum tetrafloroborat (KBF_4) bileşiği, kriolit ($\text{Na}_3\text{Al}_3\text{F}_6$) ile diğer dolgu katkı maddesi olarak HYMOD AT BALL ticari isimli kil ve reçine karışımın renklendirme işlemi için su bazlı pasta kullanılmıştır. Kullanılan ham maddelere ilişkin özellikler aşağıda verilmiştir.

2.1.1. Potasyum Tetrafloroborat (KBF_4)

Solvay firmasından ithal edilen ürün ambalajından doğrudan kullanılmıştır.

Çizelge 2.1. KBF_4 'ün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

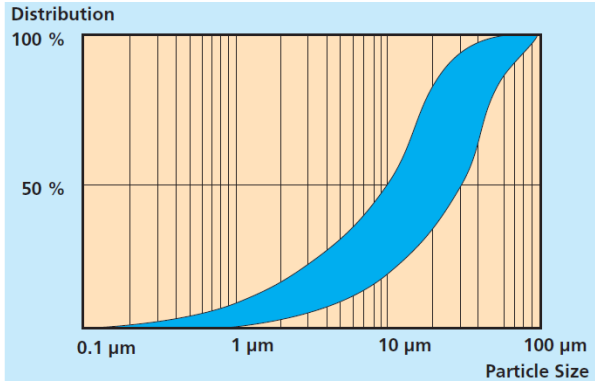
Molekül Ağırlığı	125,91 g
Görünüm	Beyaz toz
Yoğunluğu (20 °C)	2.5 g/cm ³
Birim Hacim Ağırlığı	800-1400 g/l
Erime Noktası	530 °C
Su İçerisinde Çözünürlüğü	4.4 g/l
Doygun Çözeltideki pH	3-5



Resim 2.1. KBF_4 (toz halde)

Çizelge 2.2. KBF_4 'ün Karakteristik Özellikleri

KBF_4	>	98	%
Fe	max	0.01	%
SO_4	max	0.02	%
SiO_2	max	0.4	%
Cl	max	0.1	%
Pb	max	0.0005	%
H_2O (110 °C)	max	0.05	%



Resim 2.2. KBF₄ partikül büyüklüğü dağılımı

2.1.2. Kriolit (Na₃AlF₆)

Solvay firmasından ithal edilen ürün ambalajından doğrudan kullanılmıştır.

Çizelge 2.3. Kriolit'in Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Görünüm	toz, kristal
Renk	hafif renkli
Koku	kokusuz
Kimyasal Adı	trisodyum hegzafloroalüminat
Kimyasal Formülü	3NaF.AlF ₃
Molekül Ağırlığı	210 g/mol
Erime Noktası	1009 - 1012 °C
Kaynama Noktası	uygun değil
Alevlenme Noktası	uygun değil

2.1.3. Emülgatör

BASF firmasından ithal edilen EMULAN A reçine içerisine ilave edilen maddelerin iyi bir şekilde birbirine karışmasını (dispersiyon) sağlayarak kararlı, homojen ve topaksız bir emülsiyon meydana getirmesi amacıyla kullanılmıştır.

2.1.4. Mono Etilen Glikol (MEG)

UZ KİMYA'dan temin edilen mono etilen glikol, çözücü ve donma önleyici olarak kullanılan polioldür.

Çizelge 2.4. Mono Etilen Glikol'ün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Renk	Renksiz
Yoğunluk (20 °C, g/cm ³)	1.15
Kaynama Noktası	195.0-197.5
Su Miktarı (%)	0.025
Demir Miktarı (ppm)	0.1
Çözünürlük	Su, aseton, metil-etil keton ve alkolde

Mono Etilen Glikol'ün (MEG) Kullanım Alanları

- Emülsiyon boyalarda, sulu sistemlerde donma önleyici olarak kullanılır.
- Kazein, jelatin, dekstrin, bazı fenol-formaldehit reçine, alkid reçineleri ve boyar maddeler için çözücü olarak kullanılır. Ayrıca boyaya kayganlık ve uygulama kolaylığı verir.
- Isı transfer ajanı olarak da kullanılır.

2.1.5. Kil

Üretici firma Imerys olan Hymod at Ball ticari isimli kil Çukurova Kimya Endüstrisi A.Ş'den temin edilmiş ve deneysel çalışmalarda kullanılmıştır.

Çizelge 2.5. Kilin Karakteristik Özellikleri

Kimyasal Analizleri		Hymod at Ball (Imerys)
SiO ₂	(%)	52.72
Al ₂ O ₃	(%)	28.27
Fe ₂ O ₃	(%)	2.26
TiO ₂	(%)	1.17
CaO	(%)	0.29
MgO	(%)	0.39
K ₂ O	(%)	4.41
Na ₂ O	(%)	0.48
Lol	(%)	10
Partikül Büyüklüğü		<53μ
Nem (%)		1
pH		7

2.1.6. Reçine

Bu tez çalışmasında, Çukurova Kimya End.'den rezol türevli reçine temin edilmiş ve kullanılmıştır.

En önemli fenolik reçine fenol ve formaldehitten hazırlanandır. Bakalit (Bakalite) olarak bilinen fenol ve formaldehit reçineleri, bazik ortamda ilk kez Baekeland tarafından 1872'de sentezlenmiştir.

Fenolik reçineler çeşitli dolgu maddeleri ile birleştirilerek fenolik kalıplama bileşikleri meydana getirilir. Isı ve basınç altında kalıplandıklarında, iyi ısı ve kimyasal direnç, iyi elektrik kuvveti, iyi boyutsal kararlılık ve düşük maliyette kalıplaşabilme özelliğine sahip olurlar. Fenolik reçineler, formaldehit ve fenolün tepkime ürünleri olup, yumuşak yağ ve kauçuklarla rekabet edebilirler. Son ürün özellikleri, kullanılan formaldehit miktarına ve katalizörün cinsine bağlıdır. Baz katalizör kullanılarak üretilen reçineler rezol türevli reçineler olarak adlandırılmaktadır[13].

Avantajları:

- Yüksek ateş dayanımı
- Düşük maliyet

Dezavantajları:

- Yaş halde son derece zararlı
- Oldukça kırılgan
- Düşük yüzey kalitesi

2.1.7. Pasta

Sun Chemical'dan temin edilen su bazlı yeşil pasta reçine karışımının renklendirmek amacıyla kullanılmıştır.

2.2. Kullanılan Cihazlar

2.2.1. Viskozimetre

Deneysel çalışmalarda reçine karışımlarının viskozitesini ölçmek için aşağıdaki şekilde gösterilen DV-I Prime Model Brookfield viskozimetre kullanılmıştır.



Resim 2.3. Brookfield Viskozimetresi (DV-I Prime Model)

Bu cihaz, reçine karışımları içerisine daldırılan disk ile dönmeye karşı direnci ölçer. Dönme hızı değişken olabilir. Brookfield vizkometresi ile elde edilen ölçüm sonucu cP (santipواز) cinsinden gerçek vizkozite değerini verir.

2.2.2. pH-metre Cihazı

pH kontrollü deneyler için sıcaklık ve pH'ın birlikte ölçülebildiği HANNA Instrument markalı HI 9125 model pH Metre cihazı kullanılmıştır.



Resim 2.4. pH-metre (HANNA HI 9125 Model)

2.2.3. Karıştırıcı

Kontrol edilebilir karıştırma hız ayarlı karıştırıcı vasıtasıyla, reaksiyon süresince kontrollü karıştırma işlemi sağlanmıştır.



Resim 2.5. Karıştırıcı (Heidolph Model)

2.2.4. Kuru Hava Sterilizatörü

NÜVE marka, FN 120 model kuru hava sterilizatörünün $250 \pm 0,1$ °C sıcaklık kapasitesi vardır.



Resim 2.6. Kuru Hava Sterilizatörü (NÜVE FN 120 Model)

2.2.5. Tensile Test Cihazı

Yuelian marka, YL-1123 test cihazı kullanılmıştır. Test işlemleri normal koşullarda (21°C ve %65 relatif nem), YL-1123 Mukavemet Cihazında yapılmıştır. $2.0 \times 12.5 \text{ cm}^2$ lik numunelerin, 12.5 cm'lik kısımlarının 6.25 cm'lik kısmı reçine karışımı 6.5 cm'lik kısmı reçine karışimsızdır. Bu parçaların uç kısımlarından 3.75 cm'lik kısımları YL-1123 mukavemet

cihazının alt ve üst çenelerine tutturulduğunda arada 5 cm çekme mesafesi kalmaktadır. Çekme hızı 20 mm/dk'dır. Ölçümler 5 KN'luk çekme yükü altında yapılmıştır.



Resim 2.7. Tensile Test Cihazı (Yuelian YL 1123 Model)

2.2.6. Performans Test Cihazı

Performans testleri, deney ağırlık farkı metodu yöntemine dayanmaktadır. Performans testleri, test etme cihazında krom ve metal olmak üzere iki farklı materyal üzerinde belirli basınç altında belirli sürelerde yapılmaktadır. Test edilen her bir ürünün belirli süreler sonundaki aşındırdığı miktarlar toplanarak, toplam aşındırma sonuçları bulunur. Böylelikle ürünlerin birbirlerine göre performanslarındaki artış veya azalış yüzdeleri hesaplanılır.



Resim 2.8. Performans Test Cihazı

3. DENEYSEL ÇALIŞMA

Bu tez çalışması kapsamında, çeşitli parametrelerin ürün performansına olan etkisinin incelenmesi üzerine çalışmalar detaylı olarak yapılmıştır. İlgili parametreler şöyledir:

1. KBF_4 aktif dolgu madde miktarının incelenmesi
2. Karıştırma süresinin incelenmesi
3. Karıştırıcı hızının incelenmesi

Deneysel çalışmalarda esas olarak, her parametre için ayrı ayrı KBF_4 içeren numune karışımları hazırlanılmıştır. Hazırlanan farklı karışımların uygulanması aşamasında; daha önce üretimi yapılan %100 zirkon kumu ihtiva eden jumbo hâlindeki bez zımpara ürününe kaplanmıştır. Kaplanan ürün etüvde 1 saat 120°C ' de kurutulmaya bırakılmıştır. Bu topsize ürün, bir gün oda koşullarında bekletilmiştir. Ertesi gün fabrikanın converting bölümüne gönderilerek dilme makinesi yardımıyla kesilmiş ve flap disk ürünü haline getirilmiştir. Geliştirilen bu yeni ürünler performans testlerine tabi tutulmuştur. Bu testlerde aşındırıcı zımpara ürününün aşındırma performansındaki nasıl bir özellik sergilediği tespit edilmek istenmiştir. Böylece %100 zirkon kumu kaplı standart zımpara ürünler (ZC751X) ile KBF_4 kaplı yeni geliştirilen topsize ürünlerin (ZC752X) ayrı ayrı performans test cihazında metal materyali üzerinde testleri yapılmıştır.

3.1. KBF_4 Aktif Dolgu Madde Miktarının İncelenmesi

Bu deneysel çalışmada farklı miktarlarda dolgu maddesi olarak içeren KBF_4 'lü reçine karışımları hazırlanılmıştır. Hazırlama esnasında aşağıdaki adımlara dikkat edilmiştir:

1. *Aşama:* Saf reçine içerisine önce emülgatör ve monoetilen glikol ilave edilmiştir. Oda sıcaklığında mekanik karıştırıcı yardımıyla 2.5 dk süre ile karıştırılmıştır.
2. *Aşama:* Karışım içerisine bire bir oranda su ile hazırlanan kil çamurundan reçine karışımına ilave edilmek istenen KBF_4 miktarının %8'i kadar ilave edilmiştir.
3. *Aşama:* Reçine karışımı içerisine KBF_4 ilave edilmiştir.
4. *Aşama:* Reçine karışımı içerisine yeşil pasta ilave edilmiştir.

5. Aşama: Reçine karışımının viskozitesi su ile istenilen değere getirilmiştir.

Bu bölümde mekanik karıştırıcının devir hızı 1000 rpm ve karıştırma süresi 2.5 dk tutulmuştur.

Çizelge 3.1. Farklı KBF_4 Miktarları İçeren Reçine Karışımları

Deneme No		1	2	3
FENOLİK REÇİNE	<i>g</i>	45	45	45
MEG	<i>g</i>	0.30	0.30	0.30
EMÜLGATÖR	<i>g</i>	0.30	0.30	0.30
KİL ÇAMURU	<i>g</i>	3,65	6	8.5
KBF_4	<i>g</i>	45	75	105
YEŞİL PASTA	<i>g</i>	2	2	2
ÇÖZÜCÜ	<i>g</i>	SU	SU	SU
KARIŞTIRMA SÜRESİ	<i>dk</i>	2.5	2.5	2.5
KARIŞTIRMA HIZI	<i>rpm</i>	1000	1000	1000
VİSKOZİTE	<i>Cp</i>	2500	2500	2500
pH		7.5	7.5	7.5

Çizelge 3.2. Farklı KBF_4 Miktarları İçeren Reçine Karışımlarına Ait Viskozite Değerleri

VİSKOZİTE (25 °C, Cp)									
Deneme No	Başlangıç	15.dk	30.dk	45.dk	60.dk	75. dk	90.dk	105. dk	120.dk
1	2500	2528	2562	2594	2616	2618	2620	2622	2622
2	2500	2534	2578	2620	2641	2645	2650	2651	2651
3	2500	2546	2590	2629	2663	2665	2666	2666	2666

Çizelge 3.3. Farklı KBF_4 Miktarları İçeren Reçine Karışımlarına Ait Tiksotropi Değerleri

TİKSOTROPİ (%)								
Deneme No	15.dk	30.dk	45.dk	60.dk	75. dk	90. dk	105. dk	120.dk
1	1,12	2,48	3,76	4,64	4,72	4,80	4,88	4,88
2	1,36	3,12	4,80	5,64	5,80	6,00	6,04	6,04
3	1,84	3,60	5,16	6,52	6,60	6,64	6,64	6,64

Tiksotropi

Elektrolit katılan reçine karışımı karıştırıldığı an akışkan ve hareketlidir. Reçine karışımının bileşimine göre bu akışkanlık, reçine karışımı karıştırılmadan hareketsiz

birakıldığında yavaş yavaş ortadan kalkar ve sonuçta reçine karışımı donmuş gibi görünüm alır. Akışkanların, hareketsiz durdukları zaman akışkanlıklarını kaybedip pıhtılaşmasına ve karıştırıldıklarında ise eski haline dönmesine **tiksotropi** denir.

II.viskozite – I. viskozite

$$\text{Tiksotropi} = \frac{\text{II. viskozite} - \text{I. viskozite}}{\text{I. Viskozite}} \times 100$$

I. Viskozite

Reçine karışımları hareketsiz kaldıkları süre boyunca yapısal olarak değişime uğrayıp akışkanlıklarının bir kısmını kaybederler. Bu olay tiksotropi olup sözü edilen yapısal değişimler ise partiküller arasında zayıf bağların oluşmasıdır. Tiksotropi oranının hesaplanması için; karıştırılan bir akışkanın viskozitesi ölçüldükten sonra belli bir süre beklenilir ve karıştırılmadan ikinci kez viskozitesi tekrar ölçülür. Aradaki fark bulunur. Bu fark birinci viskoziteye oranlanır. Tiksotropi olarak bulunan değer bir orandır. Dolayısıyla birim % olmaktadır. Tiksotropinin reçine karışımının üretim sırasında uygulanabilirliği için önemi çok büyük olmaktadır.

3.2. Karıştırma Süresinin İncelenmesi

Bu bölümde, bir önceki bölümde de değinildiği üzere reçine karışımlarının hazırlanmaları farklı sürelerde yapılarak, tiksotropide ve performans testlerdeki meydana gelebilecek olası değişimler belirlenmek istenmiştir.

Çizelge 3.4. Farklı Karıştırma Sürelerinde Hazırlanan KBF₄ İçeren Reçine Karışımları

Deneme No		1	2	3	4	5	6	7	8	9
FENOLİK REÇİNE	g	45	45	45	45	45	45	45	45	45
MEG	g	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
EMÜLGATÖR	g	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
KİL ÇAMURU	g	3,65	6	8.5	3,65	6	8.5	3,65	6	8.5
KBF ₄	g	45	75	105	45	75	105	45	75	105
YEŞİL PASTA	g	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ÇÖZÜCÜ	g	SU	SU	SU	SU	SU	SU	SU	SU	SU
KARIŞTIRMA SÜRESİ	dk	2.5	2.5	2.5	5.0	5.0	5.0	7.5	7.5	7.5
KARIŞTIRMA HIZI	rpm	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
VİSKOZİTE	cP	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
pH		7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5

Çizelge 3.5. Farklı Karıştırma Sürelerinde Hazırlanan KBF₄ İçeren Reçine Karışımlarına Ait Viskozite Değerleri

	VİSKOZİTE (25 °C, Cp)								
Deneme No	Başlangıç	15.dk	30.dk	45.dk	60.dk	75.dk	90.dk	105. dk	120.dk
1	2500	2528	2562	2594	2616	2618	2620	2622	2622
2	2500	2534	2578	2620	2641	2645	2650	2651	2651
3	2500	2546	2590	2629	2663	2665	2666	2666	2666
4	2500	2510	2526	2549	2556	2556	2558	2559	2559
5	2500	2523	2561	2594	2617	2619	2619	2620	2620
6	2500	2531	2580	2599	2629	2631	2631	2633	2633
7	2500	2516	2550	2569	2588	2589	2591	2591	2592
8	2500	2521	2546	2574	2594	2594	2596	2597	2597
9	2500	2534	2550	2583	2600	2600	2603	2603	2603

Çizelge 3.6. Farklı Karıştırma Sürelerinde Hazırlanan KBF₄ İçeren Reçine Karışımlarına Ait Tiksotropi Değerleri

	TİKSOTROPİ (%)							
Deneme No	15.dk	30.dk	45.dk	60.dk	75. dk	90.dk	105. dk	120.dk
1	1,12	2,48	3,76	4,64	4,72	4,80	4,88	4,88
2	1,36	3,12	4,8	5,64	5,80	6,00	6,04	6,04
3	1,84	3,6	5,16	6,52	6,6	6,64	6,64	6,64
4	0,4	1,04	1,96	2,24	2,24	2,32	2,36	2,36
5	0,92	2,44	3,76	4,68	4,76	4,76	4,8	4,8
6	1,24	3,2	3,96	5,16	5,24	5,24	5,32	5,32
7	0,64	0,84	2,76	3,52	3,56	3,64	3,64	3,68
8	0,84	1,84	2,96	3,76	3,76	3,84	3,88	3,88
9	1,36	2	3,32	4	4	4,12	4,12	4,12

6.3. Karıştırma Hızının İncelenmesi

Bu bölümde reçine karışımlarının hazırlanması, karıştırma hızı 1000 rpm'den yukarıdaki hızlarda 1100 rpm ve 1200 rpm devir hızlarında yapılmıştır. Devir hızının artması ile tiksotropi ve performanstaki değişimler izlenmek istenilmiştir.

Çizelge 3.7. Farklı Karıştırma Hızlarında Hazırlanan KBF₄ İçeren Reçine Karışımları

Deneme No		10	11	12	13	14	15	16	17	18
FENOLİK REÇİNE	<i>g</i>	45	45	45	45	45	45	45	45	45
MEG	<i>g</i>	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
EMÜLGATÖR	<i>g</i>	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
KİL ÇAMURU	<i>g</i>	3,65	6	8.5	3,65	6	8.5	3,65	6	8.5
KBF ₄	<i>g</i>	45	75	105	45	75	105	45	75	105
YEŞİL PASTA	<i>g</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ÇÖZÜCÜ	<i>g</i>	SU	SU	SU	SU	SU	SU	SU	SU	SU
KARIŞTIRMA SÜRESİ	<i>dk</i>	2.5	2.5	2.5	5.0	5.0	5.0	7.5	7.5	7.5
KARIŞTIRMA HIZI	<i>rpm</i>	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
VİSKOZİTE	<i>cP</i>	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
pH		7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5

Çizelge 3.7. Farklı Karıştırma Hızlarında Hazırlanan KBF₄ İçeren Reçine Karışımları (devamı)

Deneme No		19	20	21	22	23	24	25	26	27
FENOLİK REÇİNE	<i>g</i>	45	45	45	45	45	45	45	45	45
MEG	<i>g</i>	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
EMÜLGATÖR	<i>g</i>	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
KİL ÇAMURU	<i>g</i>	3,65	6	8.5	3,65	6	8.5	3,65	6	8.5
KBF ₄	<i>g</i>	45	75	105	45	75	105	45	75	105
YEŞİL PASTA	<i>g</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ÇÖZÜCÜ	<i>g</i>	SU	SU	SU	SU	SU	SU	SU	SU	SU
KARIŞTIRMA SÜRESİ	<i>dk</i>	2.5	2.5	2.5	5.0	5.0	5.0	7.5	7.5	7.5
KARIŞTIRMA HIZI	<i>rpm</i>	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
VİSKOZİTE	<i>Cp</i>	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
pH		7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5

Çizelge 3.8. Farklı Karıştırma Hızlarındaki KBF₄'lü Reçine Karışımlarının Viskoziteleri

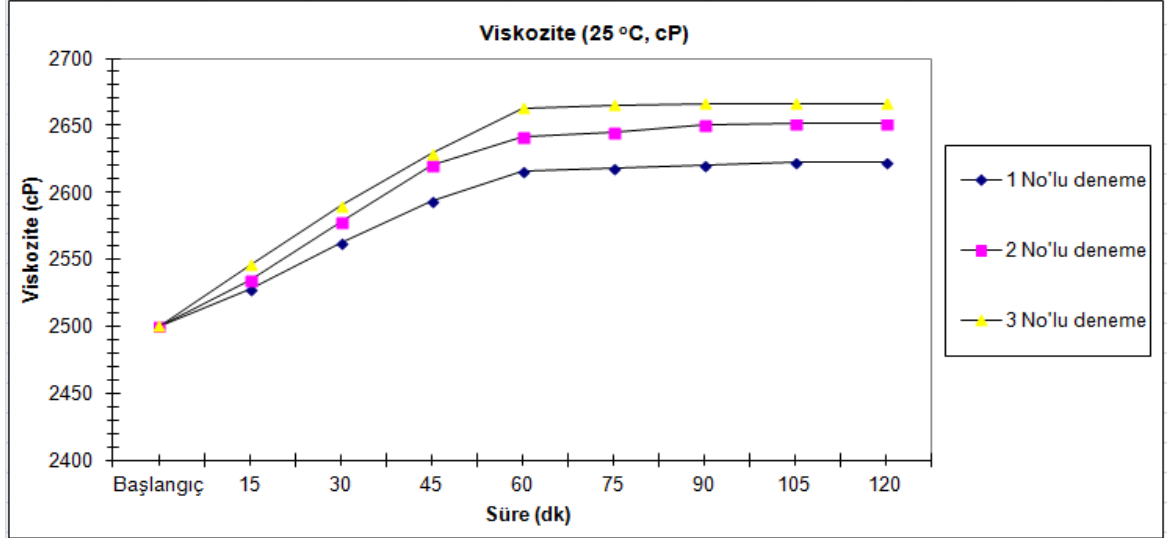
VİSKOZİTE (25 °C, cP)									
Deneme No	Başlangıç	15.dk	30.dk	45.dk	60.dk	75. dk	90. dk	105.dk	120. dk
10	2500	2536	2579	2598	2625	2627	2628	2630	2630
11	2500	2524	2550	2584	2610	2613	2614	2615	2615
12	2500	2533	2559	2600	2621	2622	2624	2624	2624
13	2500	2522	2554	2585	2600	2600	2600	2601	2601
14	2500	2546	2574	2590	2622	2624	2624	2627	2627
15	2500	2554	2580	2610	2625	2628	2629	2630	2630
16	2500	2533	2564	2592	2628	2630	2633	2635	2635
17	2500	2530	2562	2588	2610	2612	2614	2617	2617
18	2500	2540	2570	2596	2617	2619	2622	2622	2622
19	2500	2524	2550	2588	2594	2598	2600	2600	2603
20	2500	2530	2561	2590	2614	2616	2618	2618	2620
21	2500	2536	2565	2584	2600	2602	2602	2605	2605
22	2500	2528	2544	2567	2578	2580	2585	2589	2590
23	2500	2533	2557	2574	2590	2592	2594	2594	2595
24	2500	2526	2540	2568	2583	2587	2590	2592	2592
25	2500	2528	2544	2567	2586	2588	2588	2590	2590
26	2500	2536	2550	2574	2590	2590	2590	2592	2592
27	2500	2544	2569	2597	2615	2617	2617	2618	2618

Çizelge 3.9. Farklı Karıştırma Hızlarındaki KBF₄ 'lü Reçine Karışımlarının Tikotropileri

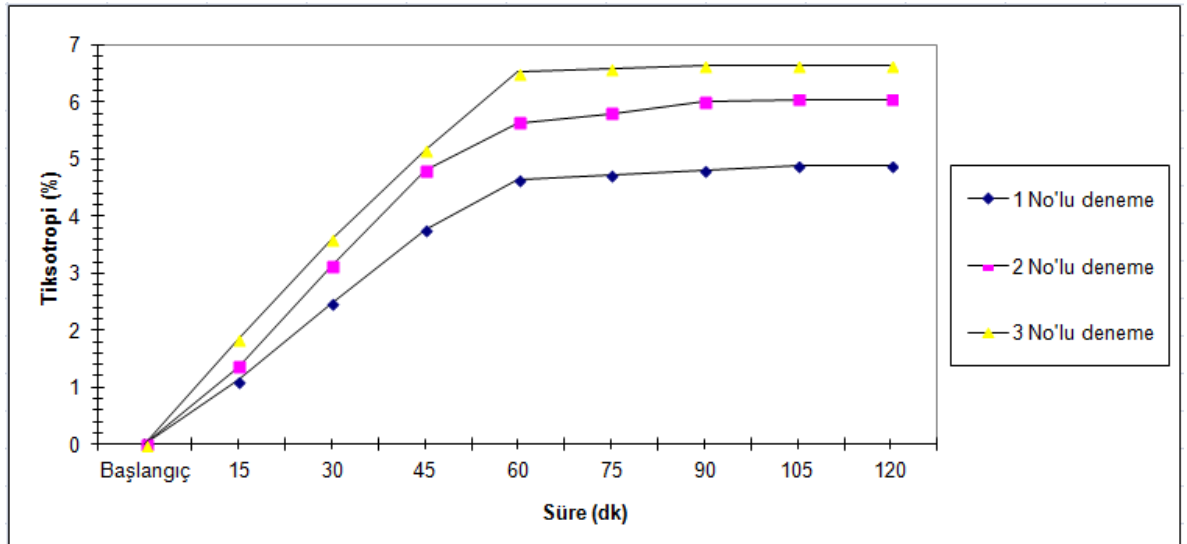
TİKSOTROPİ (%)								
Deneme No	15.dk	30.dk	45.dk	60.dk	75. dk	90. dk	105.dk	120. dk
10	1,44	3,16	3,92	5	5,08	5,12	5,2	5,2
11	0,96	2	3,38	4,4	4,52	4,56	4,6	4,6
12	1,32	2,36	4	4,84	4,88	4,96	4,96	4,96
13	0,88	2,16	3,4	4	4	4	4,04	4,04
14	1,84	2,96	3,6	4,88	4,96	4,96	5,08	5,08
15	2,16	3,2	4,4	5	5,12	5,16	5,2	5,2
16	1,32	2,56	3,68	5,12	5,2	5,32	5,32	5,4
17	1,2	2,48	3,52	4,4	4,48	4,56	4,68	4,68
18	1,6	2,8	3,84	4,68	4,76	4,88	4,88	4,88
19	0,96	2	3,52	3,76	3,92	4	4	4,12
20	1,2	2,44	3,6	4,56	4,64	4,72	4,72	4,8
21	1,44	2,6	3,36	4	4	4,08	4,2	4,2
22	1,12	1,76	2,68	3,12	3,2	3,4	3,56	3,6
23	1,32	2,28	2,96	3,6	3,68	3,76	3,76	3,8
24	1,04	1,6	2,72	3,32	3,48	3,6	3,68	3,68
25	1,12	1,76	2,68	3,44	3,52	3,52	3,6	3,6
26	1,44	2	2,96	3,6	3,6	3,6	3,68	3,68
27	1,76	2,76	3,88	4,6	4,68	4,68	4,72	4,72

4. DENEYSEL ÇALIŞMA SONUÇLARI

4.1. KBF₄ Aktif Dolgu Madde Miktarının İncelenmesi Deneysel Çalışma Sonuçları

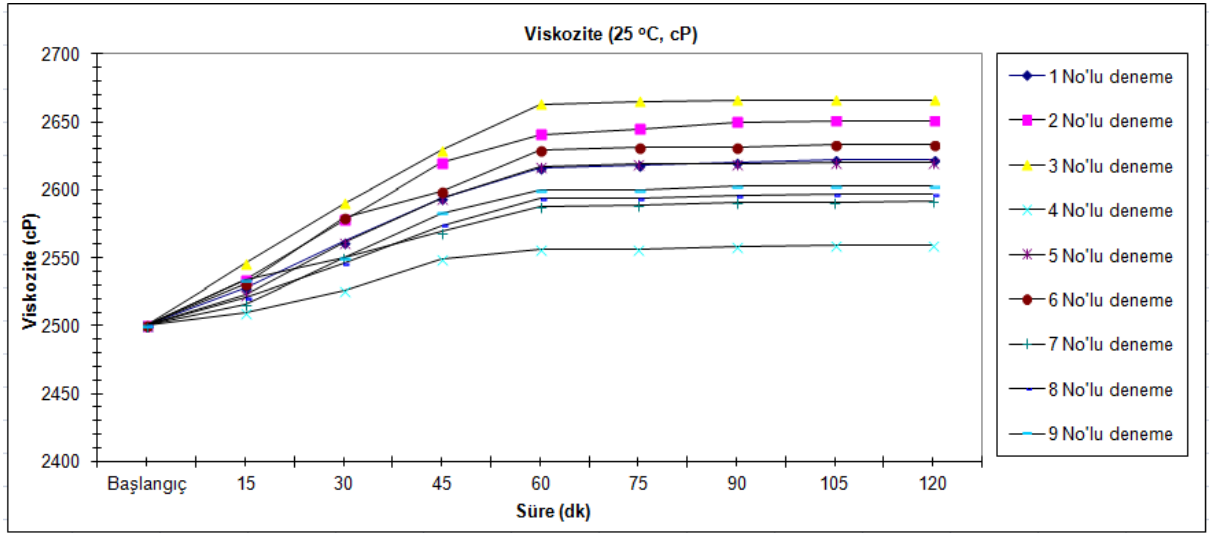


Grafik 4.1. Farklı KBF₄ miktarları içeren reçine karışımlarının viskozitelerinin grafiksel gösterimi

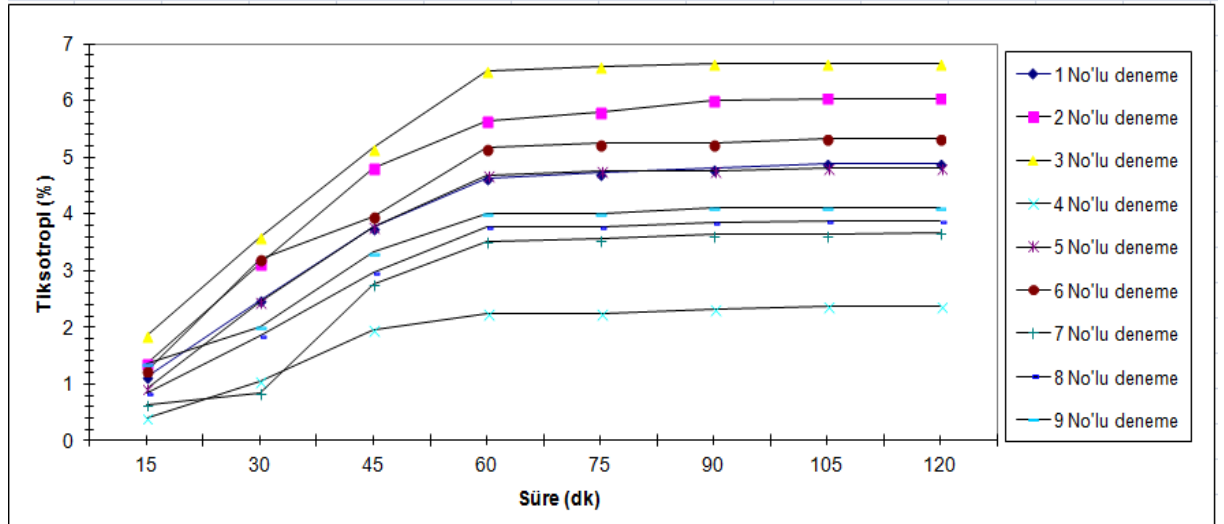


Grafik 4.2. Farklı KBF₄ miktarları içeren reçine karışımlarına ait tiksotropilerinin grafiksel gösterimi

4.2. Karıştırma Süresi İncelenmesi Deneysel Çalışma Sonuçları

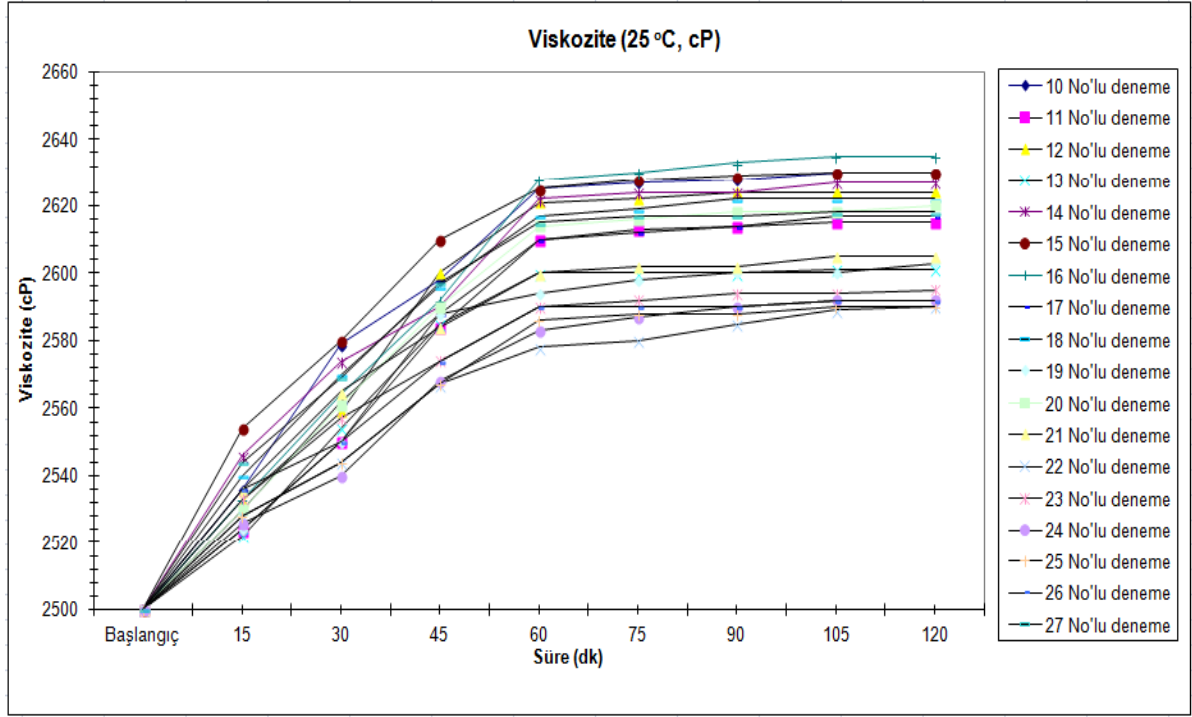


Grafik 4.3. Farklı karıştırma sürelerinde hazırlanan KBF₄ içeren reçine karışımlarına ait viskozitelerinin grafiksel gösterimi

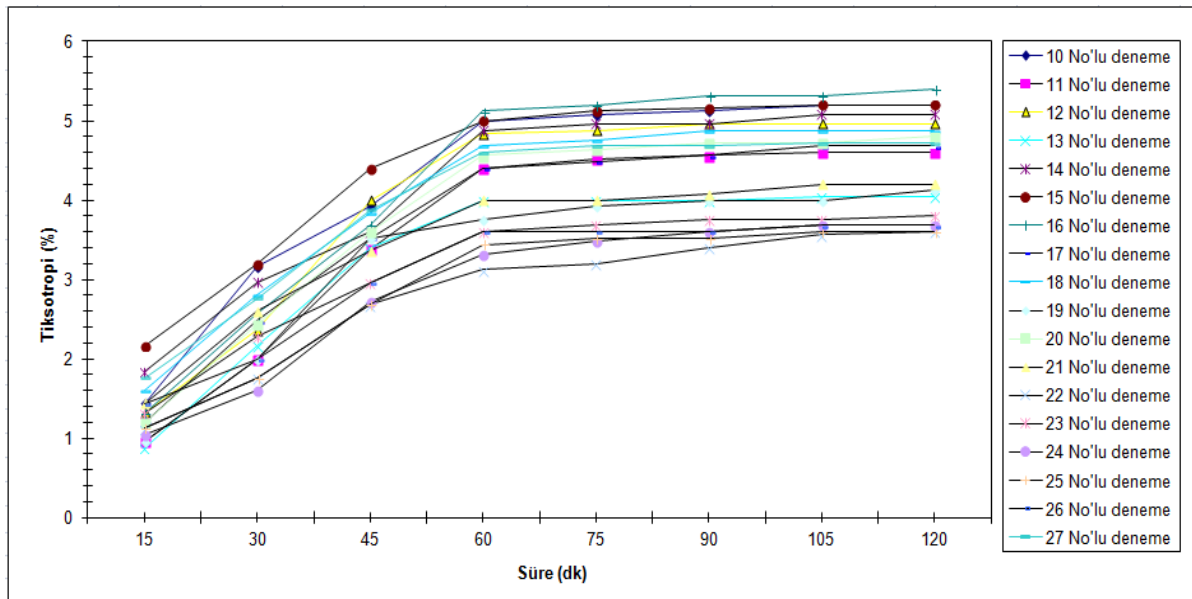


Grafik 4.4. Farklı karıştırma sürelerinde hazırlanan KBF₄ içeren reçine karışımlarına ait tiksotropilerinin grafiksel gösterimi

4.3. Karıştırma Hızlarının İncelenmesi Deneysel Çalışma Sonuçları



Grafik 4.5. Farklı karıştırma hızlarındaki KBF₄ 'lü reçine karışımlarının viskozitelerinin grafiksel gösterimi



Grafik 4.6. Farklı karıştırma hızlarındaki KBF₄ 'lü reçine karışımlarının tiksotropilerinin grafiksel gösterimi

4.4. Performans Test Sonuçlarının İncelenmesi

Test öncesi ürünlerin ve materyalin başlangıç tartım ağırlıkları alınmıştır. Farklı deneme karışımlarından hazırlanan flap disk ürünlerinin performans testleri üçer dakikalık süreler ile toplam üç tur metal materyali üzerinde çalıştırılmıştır. Her üç dakikanın sonunda aşındırılan metal materyal miktarı ile aşınan aşındırıcı miktarları hassas terazi üzerinde tartılmıştır. Her ürüne ait toplam aşındırma sonuçlar tespit edilerek; ürünler performansları birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.1. Performans Test Sonuçları (1.'den 14.'ye kadar ürünler)

Deneme No	Materyal	Başlangıç Ağırlıkları (g)	1x3dk	2x3dk	3x3dk	TOPLAM	Kesme Hızı (g/dk)
Standart Ürün	METAL	3000	48	42	40	130	14,4
	ZIMPARA	85,80	4	3,1	2,45	9,6	
1	METAL	3000	80	76	70	226	25,1
	ZIMPARA	85,95	6,07	3,33	3,47	12,9	
2	METAL	3000	89	76	73	238	26,4
	ZIMPARA	83,19	5,64	3,24	2,66	11,5	
3	METAL	3000	88	78	75	241	26,8
	ZIMPARA	83,19	5,64	4,04	2,67	12,4	
4	METAL	3000	94	71	77	242	26,9
	ZIMPARA	85,48	5,91	2,81	2,37	11,1	
5	METAL	3000	79	72	78	229	25,4
	ZIMPARA	90,87	6,68	3,43	6,59	16,7	
6	METAL	3000	83	75	70	228	25,3
	ZIMPARA	86,25	6,01	5,72	4,6	16,3	
7	METAL	3000	74	77	69	220	24,4
	ZIMPARA	85,17	5,74	4,3	3,4	13,4	
8	METAL	3000	78	70	70	218	24,2
	ZIMPARA	86,15	5,82	5,13	3,2	14,2	
9	METAL	3000	80	70	65	215	23,9
	ZIMPARA	86,27	6,5	5,4	3,75	15,7	
10	METAL	3000	75	70	70	215	23,9
	ZIMPARA	87,21	5,9	4,63	2,92	13,5	
11	METAL	3000	77	67	70	214	23,8
	ZIMPARA	81,3	6,31	2,46	2,35	11,1	
12	METAL	3000	76	72	63	211	23,4
	ZIMPARA	88,48	6,47	4,82	4,1	15,4	
13	METAL	3000	72	70	66	208	23,1
	ZIMPARA	90,04	6,42	5,11	4,8	16,3	
14	METAL	3000	65	60	58	183	20,3
	ZIMPARA	87,14	5,27	4,16	3,3	12,7	

Çizelge 4.2. Performans Test Sonuçları (15.'den 27.'ye kadar ürünler)

Ürün No	Materyal	Başlangıç Ağırlıkları (g)	1x3dk	2x3dk	3x3dk	TOPLAM	Kesme Hızı (g/dk)
15	METAL	3000	62	60	59	181	20,1
	ZIMPARA	88,25	4,67	3,2	3,05	10,9	
16	METAL	3000	63	60	54	177	19,7
	ZIMPARA	88,45	4,42	3,8	3,57	11,8	
17	METAL	3000	58	51	42	151	16,8
	ZIMPARA	89,14	4,61	4,4	3,6	12,6	
18	METAL	3000	98	90	87	275	30,6
	ZIMPARA	87,23	7,1	6,5	5,4	19,0	
19	METAL	3000	70	61	52	183	20,3
	ZIMPARA	89,14	4,5	4,93	3,6	13,0	
20	METAL	3000	76	70	70	216	24,0
	ZIMPARA	89,14	4,95	4,16	3,6	12,7	
21	METAL	3000	78	75	73	226	25,1
	ZIMPARA	89,14	5,11	4,25	3,94	13,3	
22	METAL	3000	52	50	48	150	16,7
	ZIMPARA	86,25	4,3	3,9	3,6	11,8	
23	METAL	3000	63	58	56	177	19,7
	ZIMPARA	86,25	4,74	4,19	3,86	12,8	
24	METAL	3000	70	69	66	205	22,8
	ZIMPARA	86,75	4,54	4,06	3,61	12,2	
25	METAL	3000	60	56	56	172	19,1
	ZIMPARA	86,75	4,54	4,06	3,61	12,2	
26	METAL	3000	67	62	60	189	21,0
	ZIMPARA	86,25	4,78	4,15	3,94	12,9	
27	METAL	3000	69	65	60	194	21,6
	ZIMPARA	86,25	5,02	4,44	3,9	13,4	

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında geliştirilen yeni ürün, kaplanmış aşındırıcılar sektöründe zımparaların aşındırma sürecini daha verimli hale getirmesini sağlamış ve böylelikle de aşındırıcı kalitesinde bir artış gözlemlenmiştir. Geliştirilmiş yeni ürün; endüstrinin çeşitli sektörlerdeki kullanımlarında çelikler, çelik alaşımları, dökme demirler ve alüminyum, pirinç, bronz gibi zor işlemler gerektiren demir dışı materyallerin işlenmesi için ideal olduğunu söylemek mümkündür.

Kaplanmış aşındırıcılar (zımpara) ürünlerinde, bor bileşiklerinden potasyum tetrafloroborat, KBF_4 efekti şöyle olmaktadır: Kullanım esnasında kum kırıldıkça veya aşındıkça potasyum tetrafloroborat, KBF_4 kum üzerine kaplanmaktadır ve metal ile reaksiyona girmektedir. Bu da KBF_4 aktif madde içeren geliştirilmiş ürünlerin kendiliğinden bilenme özelliğini arttırmıştır. Bu sayede aşındırıcının yüksek kesme performansına ve uzun dayanma ömrüne ulaşılmıştır.

KBF_4 miktarı, karıştırma süresi ve karıştırıcı hızı reaksiyonun oluşumunda önemli etkenlerdir. Yapılan tüm deneysel çalışmalarda her bir parametre ayrı ayrı incelendiğinde yüksek aktif dolgu maddesi içeren yüksek karıştırma hızında hazırlanan reçine karışımından geliştirilen ürünün performansında ciddi artış sağladığı görülmüştür. Gene test sonuçları incelendiğinde, KBF_4 içeren kompozit zımpara malzemelerin aşınma değerinin KBF_4 içermeyen kompozit zımpara malzemelerin aşınma değerlerine göre oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. KBF_4 kullanılarak üretilen zımpara malzemesinin performansı %14,4'ten %30,6'e kadar artmıştır.

Ayrıca potasyum tetrafloroborat bileşiği kullanımı ile üretim maliyetlerinin azaldığı gözlemlenmiş ve hatta bu ürünler sayesinde yüzey kalitesinde de artış sağlanmıştır. Bu ürünlere katılan ekstra üçüncü katman (KBF_4 , potasyum tetrafloroborat) özellikle sert ve zor yüzeylerde zımparalama işlemleri sırasında yüzey ısisının azalmasını ve kesme performansının yüksek seviyede tutulmasını sağlamıştır.

Geleceğin malzemesi olarak adlandırılan bor ve bor bileşiklerinin ham maddesini oluşturan minerallerin büyük bölümü ülkemizin topraklarında bulunmaktadır. Dolayısıyla, bu zenginliğimizin farkında olmamız bizim çok büyük yararlarımıza olacaktır. Stratejik malzemenin yalnızca ham madde olarak değil, işlenerek katma değer kazandırılmış ara ve son ürünler olarak geliştirilmesi, üretilmesi ve pazarlanması, ülkemiz için çok büyük bir ekonomik değer oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Çalık A., "Türkiye'nin Bor Madenleri ve Özellikleri" Makine ve Mühendis Dergisi, Sayı 508, 36-41, 2002.
2. Çinkı, M., Ulusal Maden Varlığımız ve Bor Gerçeği. Ankara Ticaret Odası Yayınları, Sayı 196, Ankara, 2001.
3. DPT, 2001, "Bor Tuzları -Trona - Kaya Tuzu -Sodyum Sülfat -Stransiyum" Çalışma Gurubu Raporu, Cilt 11, Ankara.
4. Duman, T., "Bor Madenleri ve Stratejik Bor Ürünleri" Bilim ve Ütopya Dergisi, Yayın no: 114, Sayfa 18-21, 2003.
5. Duman, İ., Açma, "Bor" 1.Ulusal Metalürji ve Malzeme Günleri, Bildiriler Kitabı, OGÜ, Yayın No: 099, 27-28 Mayıs Eskişehir, Sayfa 313-329, 2004.
6. Ediz N., Özdağ H., "Bor Mineralleri ve Ekonomisi" DPÜ, FBE Dergisi, 2000.
7. Muetterties E. L., The Chemistry of Boron and It's Compounds, John Wiley and Sons Inc, U.S.A., 1967.
8. Grew E. S, L. M. Anovitz, Reviews in Mineralogy, Boron Mineralogy, Petrology and Geochemistry, Cilt 33, Mineralogical Society of America, Washington, D.C., 1996.
9. Jacobs F. B., *The Abrasive Handbook*, The Penton Publishing, 2004.
10. Kocakuşak S., Yalaz N., Kalafatoğlu E., 1986, Bor Mineralleri ve İnorganik Bileşikleri, TÜBİTAK –MAE Kimya Araştırma Bölümü Yayını, Yayın no:185, Sayfa 7-13.
11. Kocabaş, Ş., "Demirin İçindeki Güç" Eğitim Bilim Dergisi, Sayı, 42, 2002.

12. Kalafatoğlu, E., Örs, N., 2003 "21.Yüzyılda Bor Teknolojileri ve Uygulamaları" BAÜ, FBE, Dergisi, Balıkesir.
13. Knop, A., Pilato, L.A., Gardziella, A., *Phenolic Resins: Chemistry, Applications, Standardization, Safety and Ecology*, SpringerVerlag, Berlin, 2000.
14. Larkey, T. W., Hugo, M., *Coated Abrasive Product Incorporating Selective Mineral Substitüon*, Minesotto Mining, Sayı 921, 1986.
15. Madencilik Ana Planı Özel İhtisas Komisyonu Bor Madenleri Çalışma Grubu Raporu, Başbakanlık DPT Yayınları, Yayın DPT 2123-ÖİK Sayfa:327, 1988.
16. Örs, N., Behmenyar, G., Özdemir, S. S., Boyacı, F. G., Bahar, T., Hidrojen Üretimi ve Depolama, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, MKTAE.1.02.007, 2002.
17. Pipes, R.B, Cirino, M., Friedrich, K., *The Abrasive Wear Behaviour of Continuus fibre polymer composites*, Journal of Materials Science, Yayın 7, July 1987.
18. Searle, A. B., *The Manufacture and Uses of Abrasive Materials*, Sir Isaac Pitman & Sons, London, 1922.
19. TMMOB Maden Mühendisleri Bor Raporu, 2002.
20. Türkiye Bor Mineralleri Envanteri, MTA Yayınları, Ankara, 1976.
21. "Ulusal Maden Varlığımız ve Bor Gerçeği", Ankara Ticaret Odası, Sayfa 57-169, 2001.
22. Yılmaz, A., 2002. "Her Derde Deva Hazinemiz Bor" Bilim ve Teknik Dergisi, Mayıs Sayısı, Sayfa 38-48.

ÖZGEÇMİŞ



Tuğba CENGİZ

Kişisel Bilgiler

Doğum Tarihi : 14.05.1988

Doğum Yeri : Kadıköy/ İstanbul

Medeni Durumu : Bekar

Eğitim

Lise : 2002-2006 Gülizar Zeki Obdan Lisesi (Y.D.A)

Lisans : 2006-2010 Celal Bayar Üniversitesi
Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü

: 2007-2011 Anadolu Üniversitesi
İşletme Fakültesi, İşletme

Yüksek Lisans : 2010-2012 Celal Bayar Üniversitesi,
Fen Bilimleri Enstitüsü,
Kimya Anabilim Dalı,
Fizikokimya Programı

Çalıştığı Kurumlar

2012-devam ediyor : Standard Profil Ege Otomotiv A.Ş,
Laboratuar Proje Sorumlusu

2011-2012 : İnter Abrasiv San. Ve Tic. A.Ş,
Laboratuar Sorumlusu