

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DÖKÜM FREN DİSKİNDE YAŞLANDIRMANIN VE DÖKÜM PROSES
PARAMETRELERİNİN İŞLEME PERFORMANSINA ETKİSİ**

Erhan ERDİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Vedat TAŞKIN

EDİRNE-2016

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof.Dr. Mustafa ÖZCAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

Prof.Dr. Yılmaz ÇAN
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr. Vedat TAŞKIN
Tez Danışmanı

Bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Makine Mühendisliği Anabilim Dalında bir Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Yrd.Doç.Dr. Vedat TAŞKIN

Yrd.Doç.Dr. Nusret MEYDANLIK

Yrd.Doç.Dr. Olcay EKŞİ

İmza

Tarih: 28/01/2016

T.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

DOĞRULUK BEYANI

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.

28/01/2016

Erhan ERDİN



Yüksek Lisans Tezi

Döküm Fren Diskinde Yaşlandırmanın Ve Döküm Proses Parametrelerinin İşleme Performansına Etkisi

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Talaşlı imalat işlemlerinde bir adet kesici takım ile işlenen parça sayısı, döküm parçanın mekanik ve kimyasal yapısı, kesici takım malzemesinin özellikleri ve döküm işlemi ile talaşlı işleme arasında geçen süre gibi bazı nedenlerden dolayı sürekli değişmektedir. Bunun sonucunda, birim ürün başına düşen kesici takım maliyetleri artmaktadır. Ayrıca seri üretimde toplam işleme süresi uzamakta, dolayısıyla verim kaybı oluşmaktadır.

Bu çalışmada bazı döküm parametrelerinin ve yaşlandırma süresinin, talaşlı işleme performansına etkileri incelenmiştir.

Yıl : 2016

Sayfa Sayısı : 73

Anahtar Kelimeler : Talaşlı işleme, Yaşlandırma, Döküm, Dökme Demir

Master's Thesis

In Casting The Brake Disc, The Effect Of Aging And Casting Process Parameters On
Machining Performance

Trakya University Institute of Natural Sciences

Mechanical Engineering

ABSTRACT

The number of parts machined with one cutting tool in the machining process is constantly changing. This is because the chemical structure of the cast part and the elapsed time between casting with machining. As a result, it increases the cost per unit of product falling cutting tools. Also the total processing time is prolonged series production, it is composed of loss of efficiency.

This study examined the effect of machining of some casting process parameters and aging time made an attempt to solve this issue.

Year : 2016

Number of Pages : 74

Keywords : Machining processing, Aging, Casting, Cast iron

TEŞEKKÜR

Bu alıŐma sırasında bana s¼rekli destek veren, beni motive eden hocalarım Yrd. Doç. Dr. Nilhan ÜRKMEZ TAŞKIN ve Yrd. Doç. Dr. Vedat TAŞKIN'a, her zaman, her koŐulda beni destekleyen, bana g¼c¼ veren eŐim Ünsal ERDİN ve aileme çok teşekkür ederim.

Ayrıca bu çalışma s¼resinde daha kısıtlı zaman ayırmak zorunda kaldığım oğullarım Ayaz ve Ege'ye anlayıŐlarından dolayı sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. TEORİK BİLGİLER.....	2
2.1. GRİ (ESMER) DÖKME DEMİR ERGİTME (PİK DÖKÜM).....	2
2.2.İNDÜKSİYONLU ERGİTME OCAĞI.....	5
2.3.OTOMATİK DÖKÜM OCAĞI.....	12
2.4.DISAMATIC KALIPLAMA MAKİNESİ.....	14
2.5.ALAŞIM ELEMENTLERİ.....	17
2.6.SPECTROMETRE.....	19
2.7. C-S (KARBON-KÜKÜRT) ANALİZ CİHAZI.....	21
2.8.YÜZEY ÖLÇÜM CİHAZLARI.....	23
2.9.FREN DİSKİ	31

2.10.DÖKÜM PARÇALARIN İŞLENEBİLİRLİĞİ.....	32
2.11.YAŞLANDIRMA (AGING).....	34
2.12.WIESSER İŞLEME TAZGAHI TANITIMI.....	35
2.13. KESİCİ TAKIM MALZEMELERİ	38
3.PROSES PLANLARI.....	43
3.1.X - RAY KONTROL PLANI.....	43
3.2.TALAŞLI İMALAT KALİTE KONTROL PLANI.....	44
3.3.KALİTE KONTROL ÜRÜN DENETİM PLANI.....	47
3.4.KALİTE KONTROL PLANI.....	48
3.5.BOYUT KONTROL PLANI.....	50
3.6. DÖKÜM PROSES PLANI.....	51
3.7.KALIPLAMA PLANI.....	52
4.DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	53
4.1.MINITAB PROGRAMI.....	53
4.2.P DEĞERİ (P-VALUE).....	55
4.3.DENEYSEL YAPILAN İŞLEMLER.....	56
5.SONUÇ.....	70
6.KAYNAKLAR.....	71
7.ÖZGEÇMİŞ.....	73

ŞEKİLLER LİSTESİ

		SAYFA
Şekil 2.1	Grafitin gri dökme demir yapısındaki dağılımı	3
Şekil 2.2	İndüksiyonla ısıtma	5
Şekil 2.3	Manyetik Alan	6
Şekil 2.4	Isı transferinin yönü	7
Şekil 2.5	Yüksek ve Düşük Frekansta (Elektriksel) Referans Derinlik	8
Şekil 2.6	Ağır Çelik Gövdeli Ocaklar – Heavy Steel Shell (Ön Görünüş)	9
Şekil 2.7	Ağır Çelik Gövdeli Ocaklar – Heavy Steel Shell (Arka Görünüş)	10
Şekil 2.8	Manyetik Akı Yolu	11
Şekil 2.9	Inductotherm Otomatik Ocak	13
Şekil 2.10	Disamatic Dikey Hat	16
Şekil 2.11	Spektrometre analiz cihazında işlem görmüş numune	20
Şekil 2.12	Spektrumetre analiz cihazı	21
Şekil 2.13	Numunenin kabuk şeklindeki görünüşü	22
Şekil 2.14	Dövülerek elde edilen numune parçacıkları	22
Şekil 2.15	Karbon-Kükürt analiz cihazı	23
Şekil 2.16	MarSurf XC 20, kontur ölçüm cihazı	24
Şekil 2.17	Portatif Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı	25
Şekil 2.18	Portatif Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı Ölçüm Noktaları	26
Şekil 2.19	Zeiss 3 Boyutlu Ölçüm Cihazı	26
Şekil 2.20	Blum Otomatik Ölçüm Cihazı	27
Şekil 2.21	Dokunmatik Prob	28
Şekil 2.22	Takım Ölçme Probu	29

Şekil 2.23	Lazer Kontrol	29
Şekil 2.24	Form Kontrol	30
Şekil 2.25	Disk fren bağlantı parçaları	31
Şekil 2.26	Çeliği işlerken semente karbür kesici ucun kesme alanındaki kesiti	32
Şekil 2.27	Weisser Genel İşleme Tezgâhı	37
Şekil 2.28	Takım tutucu kafa	37
Şekil 2.29	UNIVERTOR AM-T	38
Şekil 2.30	Bazı seramik uç örnekleri ve Al ₂ O ₃ seramiğin mikro yapısı	40
Şekil 2.31	Bazı CBN uç örnekleri	41
Şekil 2.32	Kesici Takım Malzemelerinin Karşılaştırılması	41
Şekil 3.1	X-Ray Kontrol Plan Örneği	43
Şekil 3.2	Talaşlı İmalat Kalite Kontrol Planı İşlenmiş Yüzey Kriterleri	44
Şekil 3.3	Talaşlı İmalat Kalite Kontrol Planı A1-A2 Bölgesi Kabul Kriterleri	44
Şekil 3.4	Talaşlı İmalat Kalite Kontrol Planı A3-A4 Bölgesi Kabul Kriterleri	45
Şekil 3.5	Talaşlı İmalat Kalite Kontrol Planı B-C Bölgesi Kabul Kriterleri	45
Şekil 3.6	Talaşlı İmalat Kalite Kontrol Planı D Bölgesi Kabul Kriterleri	46
Şekil 3.7	Kalite Kontrol Ürün Denetim Planı Örneği	47
Şekil 3.8	Kalite Kontrol Planı Örneği	48
Şekil 3.9	Kalite Kontrol Noktalarını ve Kritik Bölgelerin Gösterimi	49
Şekil 3.10	Boyut Kontrol Planı Örneği	50
Şekil 3.11	Döküm Proses Planı Örneği	51
Şekil 3.12	Kalıplama Planı Örneği	52
Şekil 4.1	Minitab Ekran Görüntüsü	54
Şekil 4.2	Fosforun İşlenebilirliğe Etkisi	58
Şekil 4.3	Bor'un İşlenebilirliğe Etkisi	59
Şekil 4.4	Bizmutun İşlenebilirliğe Etkisi	59
Şekil 4.5	Yaşlandırmanın İşlenen parça miktarıyla ilişkisi	62
Şekil 4.6	Fosforun İşlenen parça miktarıyla ilişkisi	63
Şekil 4.7	Kromun İşlenen parça miktarıyla ilişkisi	63
Şekil 4.8	Molibdenin İşlenen parça miktarıyla ilişkisi	64
Şekil 4.9	Bizmutun İşlenen parça miktarıyla ilişkisi	64
Şekil 4.10	Lantanın İşlenen parça miktarıyla ilişkisi	65

Şekil 4.11	Seryumun İşlenen parça miktarıyla ilişkisi	66
Şekil 4.12	Bizmutun Etkisi	68
Şekil 4.13	Yaşlandırmanın Etkisi	68
Şekil 4.14	CBN uçla Seramik uç arasındaki fark	69

TABLULAR LİSTESİ

		SAYFA
Tablo 2.1	Kimyasal bileşimi tablosu	3
Tablo 2.2	İkincil elementlerin grafit yapısına etkileri	17
Tablo 2.3	Weisser teknik özellikleri	36
Tablo 2.4	CBN'in Diğer Malzemelerle Karşılaştırılması	42
Tablo 4.1	P değerinin yorumlanması	55
Tablo 4.2	Spectro analiz cihazında ölçülebilen elementler	56
Tablo 4.3	Verisi alınan döküm tarihlerindeki analiz değerleri tablosu	56
Tablo 4.4	CBN uç için parametrelerin birbiriyle olan ilişkileri	57
Tablo 4.5	CBN uç için P-Value< 0,05 olan parametreler	58
Tablo 4.6	İlgili döküm tarihlerindeki analiz değerleri tablosu (Seramik Uç)	60
Tablo 4.7	Seramik uç için parametrelerin birbiriyle olan ilişkileri	61
Tablo 4.8	Seramik uç için P-Value< 0,05 olan parametreler	61
Tablo 4.9	Her iki uç için İlgili döküm tarihlerindeki analiz değerleri tablosu	67
Tablo 4.10	Her iki uç için P-Value< 0,05 olan parametreler	67

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Talaşlı imalat işlemlerinde kesici takım başına düşen parça işleme sayısı, döküm parçanın mekanik ve kimyasal yapısı, kesici takım malzemenin özellikleri ve döküm işlemi ile talaşlı işleme arasında geçen süre gibi bazı nedenlerden dolayı sürekli değişmekte ve bu durum birim ürün başına düşen kesici takım maliyetleri artmaktadır. Ayrıca, bir kesici takım ile işlenen parça sayısının azalması seri üretimde toplam işleme süresini uzatmakta, dolayısıyla verim kaybı oluşturmaktadır.

Çalışmada, döküm fren diski üretiminde proses parametrelerinin ve yaşlandırma süresinin etkilerini değerlendirerek yok gösterici veriler elde etmek ve bu veriler yardımıyla işleme performansını maksimuma çıkarmak, böylelikle işleme tezgâhlarından, işleme uçlarından ve operatörlerden maksimum verim elde ederek karlılığın artırılması amaçlanmıştır.

Döküm proses parametrelerinde, belirli sınırlar içerisinde değişiklikler yapılarak farklı dökümlerde yaşlandırma sürelerini değiştirerek elde edilen sonuçlar incelenecek ve diğer parametrelerle karşılaştırılacaktır.

Bu çalışmada takip edilecek ve deneylerle belirlenecek parametrelerin işletmedeki benzer yapıdaki tüm döküm parçaların üzerine yaygınlaştırılması ve bu parçaların proses planlarının değişimi sonucu talaşlı imalat bölümünde yüksek düzeyde verimlilik sağlanacaktır.

BÖLÜM 2

TEORİK BİLGİLER

2.1. GRİ (ESMER) DÖKME DEMİR ERGİTME (PİK DÖKÜM)

Gri dökme demir aynı zamanda lamel grafitli dökme demir adıyla da anılır. Bunun sebebi katılaştıktan sonra bileşim içindeki karbonun bir kısmının serbest grafit yaprakları yani lamel halinde bulunmasından dolayıdır. Kırıldığında yüzey isli bir gri renkte görünmektedir. İçinde bulunan grafit nedeniyle rengi esmer olan bu dökme demir çeşidine lamel grafitli dökme demir veya gri dökme demir denir.[1]

Gri Dökme Demirdeki Kimyasal Kompozisyon

Bileşimindeki demirden başka fosfor, manganez, silisyum, kükürt ve karbon bulunur. Bileşimindeki bu elementler genellikle ham demirden yani pikten gelmektedir. Şekil 2.1'de grafitin gri dökme demir yapısındaki dağılımı görülmektedir.



Şekil 2.1. Grafitin gri dökme demir yapısındaki dağılımı [1]

Mikroskopla inceleme yapıldığında, yapısında içine dağılmış olarak gözükten grafit yaprakları bulunur. Bu yapraklar, kalın kesiti olan döküm parçaların yapısında bile gözle görülmektedir. Gri dökme demirin kimyasal bileşimi Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1. Kimyasal bileşimi tablosu [1]

Element Adı	% Miktarı
Karbon	2.50 – 4.00
Silisyum	1.00 – 3.00
Manganez	0.40 – 1.00
Fosfor	0.05 – 1.00
Kükürt	0.05 – 0.25

Gri Dökme Demirin Bileşiminde Bulunan Elementler

Bileşiminde fosfor, manganez, silisyum, kükürt ve karbon bulunmaktadır. Bu elementler, dökme demir çeşitlerinin hemen hemen hepsinde bulunmaktadır.

Gri Dökme Demire Katılan Bazı Elementler ve Etkileri

Belirli özellikleri iyileştirmek, geliştirmek veya değiştirmek için bazı elementler katılır.

Belirtilen elementlerin etkileri alttaki gibidir;

- Grafitleşme özelliğini ve mikro yapısını değiştirir.
- Mekanik özelliklerinin daha iyi duruma gelmesini sağlar.
- Gaz ve sıvıların paslandırıcı etkisine dayanım özelliğini artırır.
- Bazı fiziksel özelliklerde gelişme gösterir.

Gri Dökme Demirin Bazı Özellikleri

Kullanım alanı diğer dökümü yapılabilen metallere ve bunların alaşımından daha fazladır. İnce kesitli ürünlerin dökümüne daha elverişlidir. Mekanik dayanımı da iyidir. Ayrıca dökülerek şekillendirilmesi ucuzdur. İşlenebilirliği iyidir. Bu nedenlerden dolayı otomotiv sektöründe, radyatörlerde, fırınların parçalarında ve makinelerin gövdeleri gibi birçok sanayi dalında rahatlıkla kullanılır.

Gri Dökme Demirdeki Akıcılık

En akıcı olan dökme demir gri dökme demirdir. Bunun için birçok karmaşık şekilli parçaların dökümünde kullanılır. Bunlara örnek olarak radyatörler, motor gövdeleri ve piston bilezikleri gösterilebilir. Akıcılık bileşiminde var olan elementlerin miktarına ve yapılan dökümün sıcaklığına da bağlıdır. Ergimiş metalin sıcaklığının yüksek olması katılaşmasının daha geç olmasına neden olur. Ayrıca içeriğindeki fosforun miktarı da akıcılığı arttırmaktadır.

Gri Dökme Demirdeki Sertlik

Sertlik, kimyasal bileşimle alakalıdır. Hızlı soğuma sertliği artırır. Soğuma hızı ürün kesitinin kalınlığında ilgilidir. Kalın kesitli ürünler daha yavaş soğur. Alaşımız olan dökme demirin sertliği 120 ile 200 Brinell arasında iken alaşımlı olanın ise yaklaşık 600 Brinell kadar olur.

Gri Dökme Demirdeki Çekme Dayanımı

Önemli özelliklerinden biri de çekme dayanımıdır. Bu dayanımının kimyasal bileşim ile ilişkisi vardır. Makine parçalarında istenen çekme dayanımları 18-24 kg/mm² iken normal gri dökme demirin çekme dayanımı ise 20-24 kg/mm² aralığındadır.

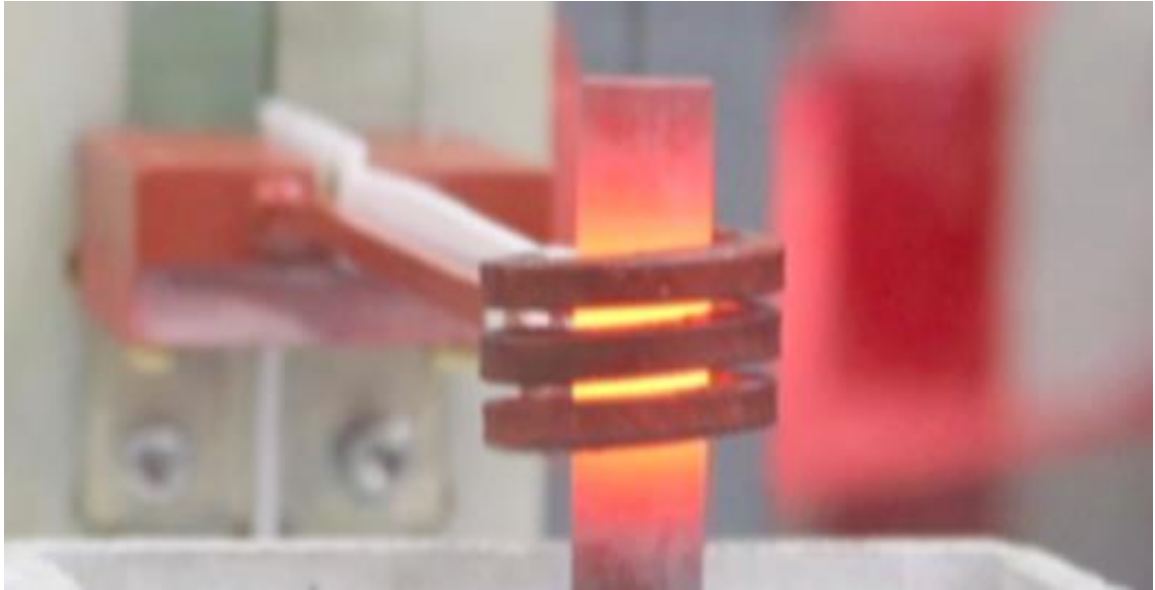
Gri Dökme Demirdeki Aşınma Dayanımı

Aşınma dayanımının ve sertliğin yüksek olması istenen noktalarda beyaz dökme demir, daha çok tercih edilir. Gri dökme demir daha çok aşınmanın fazla olmadığı ve yüksek basınçlı yerlerde kullanılır.

2.2. İNDÜKSİYONLU ERGİTME OCAĞI

İndüksiyon

Çeşitli sektörlerdeki ergitme, ısıtma ve kaynak işlemlerinde elektromanyetik indüksiyonu kullanılmaktadır. Bobin içine yerleştirilmiş bir parça metal çok kısa bir zamanda kor kırmızı hale gelebilir. İndüksiyonla ısıtma ekipmanları fizik, elektromanyetizma, güç elektroniği ve süreç yönetimine ilişkin bilgi ve kavrayış gerektirmekle beraber, indüksiyonla ısıtmaya ilişkin temel kavramları anlamak kolaydır. [2] Şekil 2.2’de indüksiyonlu ısıtma görsel olarak verilmiştir.

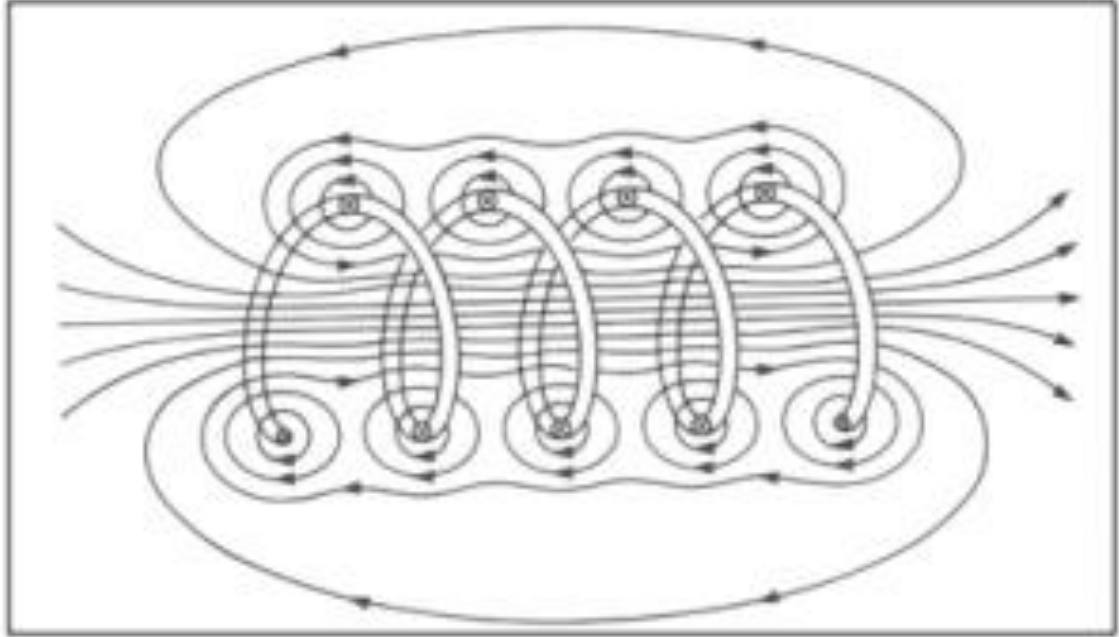


Şekil 2.2. İndüksiyonla ısıtma [2]

Temel Prensipler

Michael Faraday tarafından keşfedilen indüksiyon, iletken malzemeden (bakır gibi) yapılmış bir bobinle başlar. Bobinden akım geçtikçe bobin içinde ve etrafında bir manyetik alan oluşur. Manyetik alanın iş yapabilme özelliği, bobin tasarımına ve

bobinden geçen akım miktarına bağlıdır. Şekil 2,3'de manyetik alan, bobin içinden ve etrafından geçen doğrular şeklinde gösterilmiştir



Şekil 2.3. Manyetik Alan [2]

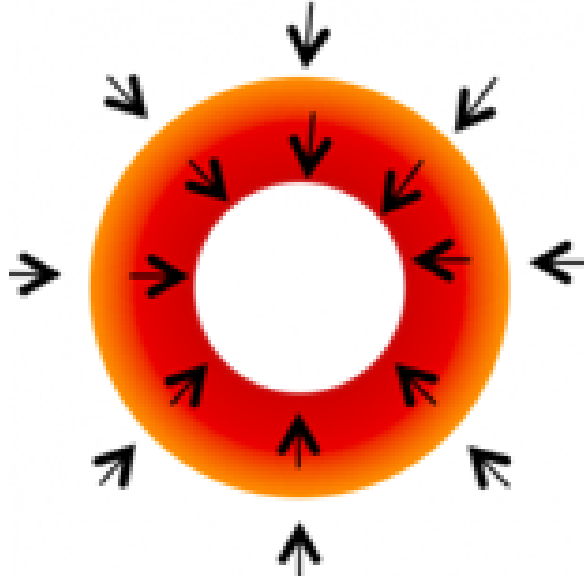
Manyetik alanın yönü akımın geçiş yönüne bağlıdır; dolayısıyla, bobinden geçen alternatif akım, manyetik alan yönünün alternatif akım frekansı ile aynı hızda değişmesine yol açacaktır. 60 Hz AC akım, manyetik alanın bir saniyede 60 kez yön değiştirmesine sebep olur. 400 kHz AC akım ise manyetik alanın bir saniyede 400.000 kez yön değiştirmesine neden olur. İletken malzemeden bir iş parçası bir değişken manyetik alan (AC ile yaratılan bir alan gibi) içine yerleştirildiğinde, iş parçasında gerilim indüklenmesine sebep olur (Faraday Kanunu). İndüklenen gerilim de elektron akışına, yani akıma yol açar. İş parçasında akan akım, bobindeki akıma ters yönlüdür. Bu da bobindeki akımın frekansını kontrol etmek suretiyle iş parçasındaki akımı kontrol edebileceğimiz anlamına gelir. Bir malzemeden akım geçtiğinde, elektronların hareketine karşı bir direnç oluşur. Bu direnç kendini ısı olarak gösterir (Joule Isıtma Etkisi). Elektron akışına daha fazla direnç gösteren malzemelerin içlerinden akım geçtiğinde üretecekleri ısı daha yüksek olacaktır. Buna rağmen indüklenmiş akım kullanılarak yüksek iletkenliğe sahip malzemelerin de (bakır gibi) ısıtılması mümkündür. Bu olgu, indüksiyonla ısıtmada kritik öneme sahiptir.

İndüksiyonla Isıtma İçin İhtiyacımız Olan Parametreler

İndüksiyonla ısıtma işlemini gerçekleştirmek için iki temel şeye ihtiyaç duyulmaktadır.

1. Değişken bir manyetik alan
2. Manyetik alan içine yerleştirilmiş elektriksel olarak iletken bir malzeme

Şekil 2.4'de manyetik alan oluştuğunda ısı transferinin yönü gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Isı transferinin yönü [2]

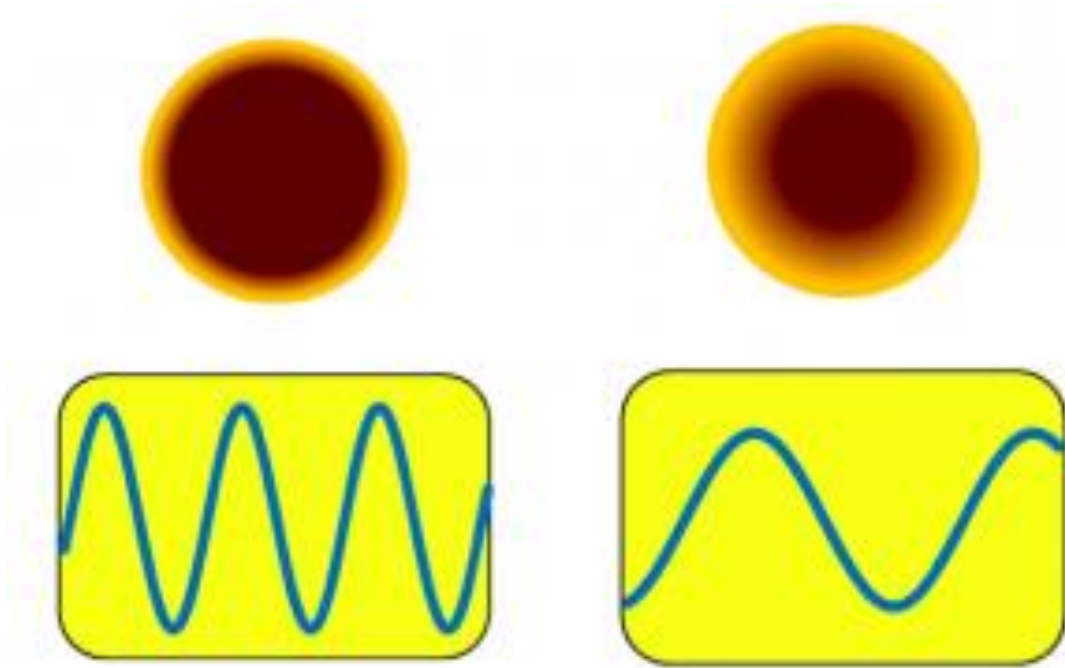
İndüksiyonla Isıtmanın Diğer Isıtma Yöntemlerine Göre Farklılıkları

İndüksiyonsuz olarak bir nesneyi ısıtmanın çeşitli yöntemleri bulunmaktadır. Yaygın sanayii uygulamaları arasında gaz fırınları, elektrik fırınları ve tuz banyoları bulunmaktadır. Bu yöntemler, ısı kaynağından (bek, ısıtma elemanı, sıvı tuz) ürüne doğru, konveksiyon ve radyasyon yoluyla, gerçekleşen ısı transferine dayanmaktadır. Ürünün yüzeyi ısıtıldığında ısı iletim yoluyla ısı üründe iletilir.

İndüksiyonla ısıtılan ürünlerde, ürün yüzeyine ısı aktarılması konveksiyon ve radyasyon mekanizmaları yoluyla olmaz. Bunun yerine ısı, geçen akım sebebiyle ürün yüzeyinde oluşur. Ardından ürün yüzeyinde oluşan ısı, ısı iletim yoluyla ürün içine aktarılır.

Doğrudan indüklenmiş akımla oluşan ısının hangi derinliğe ulaşacağı (elektriksel) referans derinliğe bağlıdır.

Elektriksel referans derinlik, büyük oranda iş parçasından geçen alternatif akım frekansına bağlıdır. Daha yüksek frekanslı akım daha sığ bir (elektriksel) referans derinlik oluştururken daha düşük frekanslı akım daha derin bir referans derinlik oluşturur. Bu derinlik aynı zamanda iş parçasının elektriksel ve manyetik özelliklerine bağlıdır. Şekil 2.5’de yüksek ve düşük frekansta referans derinlik görülmektedir.



Şekil 2.5. Yüksek ve Düşük Frekansta (Elektriksel) Referans Derinlik [2]

Belirli ürün ve uygulamalara yönelik ısıtma çözümlerinin özelleştirilmesinde bu fiziksel ve elektriksel olgulardan faydalanılmaktadır. Güç, frekans ve bobin geometrisinin dikkatle kontrol edilmesi yoluyla, uygulamadan bağımsız olarak yüksek seviyeli süreç kontrolü sağlayan, yüksek güvenilirlikte ekipmanlar tasarlanabilmektedir. Şekil 2.6’da ağır çelik gövdeli ocak metal verirken görülmektedir.



Şekil 2.6. Ağır Çelik Gövdeli Ocaklar – Heavy Steel Shell [2]

İndüksiyonla Ergitme

Faydalı bir ürünün elde edilmesine yönelik proseslerin birçoğunda ilk adım ergitmedir. İndüksiyonla ergitme hızlı ve verimli bir yöntemdir. İndüksiyon bobininin geometrisini değiştirmek suretiyle indüksiyon ergitme fırınları, bir kahve kupası boyutuna sığacak hacimlerden binlerce ton ergimiş metal hacimlerine kadar şarj edilebilmektedir. Ayrıca, frekans ve güç ayarı ile neredeyse bütün metal ve malzemeleri işleyebilmektedir.

Demir, çelik ve paslanmaz çelik alaşımları, bakır ve bakır esaslı alaşımlar, alüminyum ve silikon bunlardan bazılarıdır. İndüksiyon ekipmanı, mümkün olan en yüksek verimliliği sağlamak üzere her uygulama için özel tasarlanabilmektedir.

İndüksiyonla Isıtma

Bazı yanma yöntemlerinden farklı olarak indüksiyonla ısıtma, şarj büyüklüğünden bağımsız olarak tam olarak kontrol edilebilmektedir. Bir indüksiyon bobininden geçen akım, voltaj ve frekansı değiştirmek suretiyle sementasyon, sertleştirme ve temperleme, tavlama ve diğer ısıl işlem türleri gibi hassas uygulamalarda mükemmel sonuç veren, ince ayarlı mühendislik ısıtması sağlanır. Otomotiv, havacılık ve uzay, fiber optik, mühimmat birleştirme, tel sertleştirme, yay teli temperleme gibi kritik uygulamalar yüksek hassasiyet gerektirmektedir. Titanyum, değerli metaller ve ileri kompozitlerle ilgili olanlar da dahil, özel metal uygulamalarına indüksiyonla ısıtma çok uygundur. İndüksiyonun sağladığı hassas ısıtma kontrolü eşsizdir. Ayrıca, vakum altında pota ısıtma uygulamaları ile aynı ısıtma prensipleri kullanılarak sürekli uygulamalarda belirli bir atmosfer altında indüksiyonla ısıtma yapılabilmektedir. Örnek olarak paslanmaz çelik boru ve tüplerin parlak tavlama işlemi verilebilir.

Ağır Çelik Gövdeli Ocaklar – Heavy Steel Shell

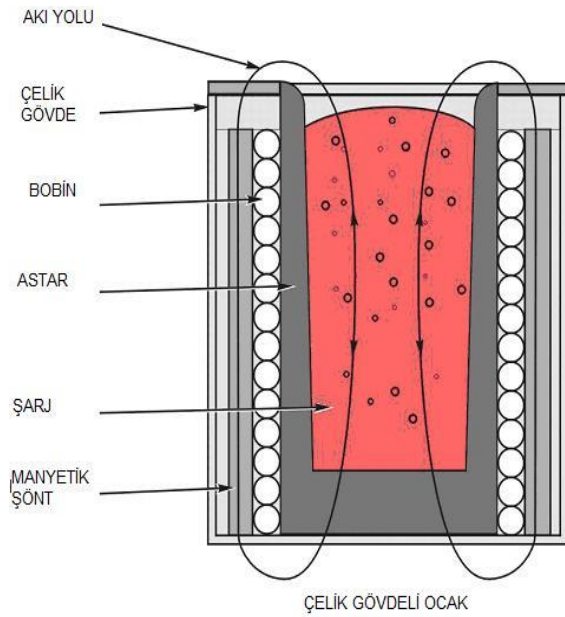
Ağır Çelik Gövdeli Ocaklarda, kolay erişim özelliği ile sağlam çelik gövdenin sağladığı olağanüstü dayanım bir araya getirilmiştir. Üstün tasarım sayesinde daha dayanıklı, verimli, üretken ve sessiz olup, bakımları daha kolaydır. Şekil 2.7’de cüruf almak için ocağın arkaya doğru kaldırılmış hali görülmektedir.



Şekil 2.7. Ağır Çelik Gövdeli Ocaklar – Heavy Steel Shell [2]

İndüksiyonlu Ergitme Ocaklarının Çalışma Prensipleri

Bir trafonun birincil sargısından elektrik geçtiğinde, görünmez bir manyetik akı oluşmasına neden olur. Akı yoğunluğu, sargıdan geçen alternatif akım miktarına bağlıdır. Akım genliği ve yönü değiştikçe, birincil sargı dolayındaki manyetik alan da değişir. İkincil sargı, değişken bir manyetik alan içine yerleştirildiğinde ve bir direnç yüküne bağlandığında, ikincil sargıda bir akım indüklenir. İndüklenen akımın bir direnç yükünden geçmesi ise ısı üretir. Ocak bobini birincil sargı olarak değerlendirilirse, potadaki metal parçalar (şarj) kapalı devre ikincil sargıyı ve şarjı oluşturan metal parçaların direnci ise direnç yükünü oluşturur. Her bir metal parçası ve birbiri ile temas halindeki metal parçalarının oluşturduğu her bir devre müstakil birer ikincil sargıdır. Metal parçalar ergiyip yenileri ocağa yüklendikçe, metal şarjın yoğunluğu artar. Eğer bobin dış kısmında yaratılan manyetik akının ocak çelik gövdesi boyunca geçmesine izin verilirse, çelik gövde Eddy akımları yüzünden ısınır ve bunun sonucunda ergir. Bu sorunun üstesinden gelmek üzere, özel lamine çelikten yapılmış bir dizi şönt (manyetik yollar) bobine dik olacak şekilde, çelik gövdenin iç kısmı ile bobin arasına çepeçevre yerleştirilmiştir. Manyetik akı çizgileri daima en kısa yolu takip ettiğinden, çelik gövdenin çevresi yerine şöntler boyunca yol alırlar. Böylelikle çelik gövdenin ısınmasının önüne geçilir. Şekil 2.8’de Manyetik akı yolu gösterilmektedir.



Şekil 2.8. Manyetik Akı Yolu [2]

2.3. OTOMATİK DÖKÜM OCAĞI

Basınçlı Döküm Sistemleri

İndüksiyon ısıtmalı basınçlı döküm sistemleri tipik olarak, alaşım değişikliğinin en düşük seviyede olduğu yüksek üretim yapılan dökümhanelerde kullanılır. Hassas döküm kontrolü sağlanırken ergimiş metalin gerekli sıcaklıkta tutulduğu, kalıp hattında miktar olarak esneklik gerektiren uygulamalar için idealdirler.[2]

Basınçlı otomatik döküm sistemleri, hem demir hem de bakır esaslı alaşımlar için uygun olup, metal seviyesi ayar hassasiyeti ile akıtma mili mekanizması metal dağılımı özelliklerini birleştirir. Kanal tipi veya nüvesiz tip indüksiyon güç kaynağı sayesinde sağlanan kesin sıcaklık kontrolü ile kalıp hattında metal depolama imkânı bu sistemin kapasitesini daha da artırır. Bekletme haznesindeki kapalı devre basınç kontrol cihazı, döküm nozülü üzerinde olukta sabit bir metal seviyesinin korunması ve özel durumlarda dökümün doğrudan ayarı için kullanılır. Servo tahrikli akıtma milinin doğru bir şekilde yükseltip alçaltılması ile kalıp içine metal akışı hassasiyetle sağlanır.

Çoğu sistem, daha geniş döküm olasılıkları sunan gelişmiş VISIPOUR (Kestirimci Döküm Performansı) Kontrol Teknolojisi ile teçhiz edilmiştir. Döküm nozülünün kalıp üzerinde hizalanması, hidrolik olarak x ve y eksenlerinde sağlanan ocak hareket ile yapılmaktadır. Daha hızlı döküm elde etmek için bu özelliğin otomasyonu, VISIPOUR Kontrol Teknolojisi ile sağlanır.

Alaşım değişikliği veya sünek demirin yeniden işlenmesi gereken durumlarda bu gereksinimleri karşılamak üzere ocak hidrolik olarak devrilebilmektedir.

Şekil 2.9'da otomatik ocağa metal verme esnasındaki durum ve genel görünüşü verilmektedir.



Şekil 2.9. Inductotherm Otomatik Ocak [2]

2.4. DISAMATIC KALIPLAMA MAKİNESİ

Disamatic Ana Aksamları Ve Operasyonları

1. Operasyon: Üfleme (Kum Haznesinin Doldurulması)

Kamara haznesi kapalı “PP ayarlanan kamara derinliğinde ve CPP karşı baskı plakası kamara ağzını kapatmış pozisyonda” iken, kum bunkerinde yeterli miktarda kum mevcut ve kum valfi kapağı kapalı durumdayken; egzoz valfi de kapalıdır ve PN7 kum üfleme valfine enerji verilir.

Seçilen “üfleme basıncı” değerindeki, basınçlı hava kum valfi içindeki kumu, aşağıdaki “kamara üst plakasındaki yarıktan” kamara haznesine gönderir. Kum üfleme işleminden sonra, egzoz valfi açılır ve kum haznesinde kalan hava, siklon üzerinden tahliye edilir.

2. Operasyon: Sıkıştırma (Kalıbın Sıkıştırılması)

PP piston plakası ve CPP karşı baskı plakası silindirlerine aynı anda yönlendirme valfleri vasıtasıyla hidrolik akışkan gönderilir. CPP Karşı baskı plakası kamara ağzına dayanıncaya kadar çekilir ve bu konumda tutulur. (Her modelde proses planına göre sıkıştırma basıncı değişebilir)

PP sıkıştırma plakası pistonunun ileri doğru hareketi ile önceden ayarlanan Sıkıştırma basıncına kadar sıkıştırma plakasını kamara içinde ileri hareket ettirilerek kalıbın sıkıştırılması sağlanır. Kalıp kumu içinde hapsolmuş hava, kamara duvarlarında ve model yüzeylerindeki ventler vasıtasıyla dışarı atılır.

3. Operasyon: Kamara Önünün Açılması

CPP Karşı baskı plakasının kalıptan sıyrılması ve kamara önünü açması için CPP karşı baskı plakası silindirindeki boş alana yağ akışı sağlanarak CPP pistonu ileri hareket ettirir.

Çatal bağlantı ve tie-rod milleri vasıtasıyla, CPP karşı baskı plakası ileri yönelir, kamrulmanları üzerine çıktığında CPP Karşı baskı plakası yukarı kalkarak, kamara önünü açar, Piston ileri hareket etmekte iken CPP silindiri içindeki hidrolik yağ buradan akümülatör silindirine dolar.

CPP'nin kalıptan sıyrılması sırasında kalıp üzerinde bırakabileceği kum tane/parçacıklarını, CPP yukarı dönerken altındaki hava nozullarından hava üflenerek kalıptan uzaklaştırılır. Kum valfi kapağı açılarak kum valfine kum dolmaya başlar. DOME kum valfindeki kum seviyesi normal değere ulaşınca kadar açık kalır. SSU bantı seviye sensörü doldu ikazı verene kadar otomatik olarak çalışarak üfleme bunkerini kum doldurur.

4. Operasyon: Kalıp Kapama ve Kalıp Dizisi Nakil Operasyonu

Hidrolik yağ, akümülatörün boş olan (küçük hacim) içine sevk edilir. Akümülatör (ACC) pistonu ileri hareket ettirerek önündeki hidrolik yağın, akümülatörden PP piston silindirinin boş alanına yollanır. PP pistonunun ileri hareketi ile PP plakası kamara içindeki kalıbı iterek, Wear plate üzerinde dışarı çıkarmasını sağlayacak şekilde hareket eder. (4a operasyonu)

Kalıp, 4a hareketinin sonuna geldiğinde PP plakası, (AMC üzerinde kalıp dizisi mevcut iken) kalıp kapama işleminden hemen önce frenleme yaparak hızını düşürür ve AMC üzerindeki kalıp dizisine yumuşak bir şekilde birleşir. Kalıp kapamadan sonra, (4b operasyonu) PP piston plakası, bu defa AMC ile senkronize biçimde ileri hareketine devam eder. PP ve AMC beraber kalıp dizisini, bir kalıp genişliği kadar bir mesafe ileriye iletir. 4. operasyon bitiminde, son üretilen kalıp üzerine, kalıp baskı pabuç silindirleri tarafından baskı uygulanır. (operatör, pnömatik kontrol panelindeki regülatöre proses planına uygun kalıp baskı pabucu basıncını ayarlar) Son üretilen kalıba uygulanan bu baskı, AMC dizisindeki kalıpların DMM'ye doğru hareket (kalıba sıvı metal dolumu) etmesine engel olur. 5. operasyon başında PP modeli kalıptan ayrılırken (modelin grift olması) vakum etkisi ile son üretilen kalıbı da geriye (DMM'ye) doğru çekmek istemesine engel olur.

5. Operasyon: Piston Plakasının Sıyrılarak Çıkması

PP silindirinin küçük alanına valflerden gelen hidrolik yağ, PP piston plakasının geriye çekilmesini ve kamara başlangıç konumuna çabuk olarak dönmesini sağlar. Aynı anda PP silindirinin arkasındaki hidrolik yağ ACC silindirinin geniş alanı içine sevk edilir.

Piston plakasının başlangıç konumu ayarlanabilir olduğundan kalıpların kalınlığını değiştirmek mümkündür. Operatör, kamara derinliğini modelin proses planına göre ayarlar.

6. Operasyon: Kum Haznesinin Kapatılması

Hidrolik yağ, akümülatörün boş alanı içine sevk edilir. Bu işlem, ACC pistonun ileri hareketini ve bu hareket esnasında önündeki (geniş hacimdeki) hidrolik yağın akümülatörden CPP karşı baskı plakası silindirinin boş alanı içine sevk edilmesini sağlar. Bu işlem, CPP karşı baskı plakası pistonu geriye doğru harekete geçirir ve CPP plakası kamlar üzerinde geri harekete bağlı olarak karşı baskı plakasının aşağıya çekerek dikey konuma getirir. Kamara haznesini kapatacak şekilde hareketini tamamlar. PP'nin kalıptan sıyrılması sırasında AMC üzerindeki kalıp yüzeyinde bırakabileceği kum tane/parçacıklarını, CPP aşağıya dönerken altındaki hava nozullarından hava üflenerek kalıptan uzaklaştırılır ve eğer hazne içi püskürtme fonksiyonu seçilmişse model plakalarına ayırma akışkanı püskürtülür. Bundan sonra yeni çevrim başlar. Şekil 2.10 Disamatic dikey kalıplama makinesinin genel görünüşü bulunmaktadır.



Şekil 2.10. Disamatic Dikey Hat [3]

2.5. ALAŞIM ELEMENTLERİ

Birincil alaşım elementi, çil oluşumu ve matris yapısına etki edenler, ikincil alaşım elementi grafit yapısı ve küreselleşmeye etki eden elementlerdir.[4] Tablo 2.2’de elementlerin grafit yapılarına etkileri verilmektedir.

Tablo 2.2. İkincil elementlerin grafit yapısına etkileri [5]

Element Sınıfı	Element
Küreselleştirici	Magnezyum, Seryum, Kalsiyum, Nadir Toprak Metalleri, Lityum
Küreleşmeye Etkisiz	Demir, Karbon, Alaşım Elementleri
Küreleşmeyi Azaltıcı	Alüminyum, Titanyum, Arsenik, Bizmut, Kurşun, Kükürt, Antimon

Magnezyum (Mg): Küresel grafit oluşumu için magnezyum elementi gereklidir. Genellikle %0.04 ile %0.06 arasında bulunur. Magnezyum miktarı düşük olursa kompakt grafitli dökme demir oluşabilir, magnezyum miktarı çok yüksek olduğunda cüruf kusurlarını arttırabilir [6].

Silisyum(Si): Grafitleştirici bir katkı maddesidir. Karbonun çözülmesini sağlayan anahtar elementtir. Küresel grafitlere yakın bölgede yüksek oranlarda görülür [7].

Karbon(C): Genellikle oranı %3.6’dan azdır. Bu oranının artması mekanik özellikleri olumsuz yönde etkiler [8]. Aşırı miktardaki karbon sıvı metalin akışkanlığı olumsuz etkileyerek azaltır.

Manganez (Mn): Miktar yüksek süneklik değerini korumak için sınırlandırılır. Manganez mikrosegregasyonlar oluşturabilir. Bu durum özellikle büyük kesitli parçalarda daha sık görülür. [6]

Molibden(Mo): Yaygın olarak kullanılan bir alaşım elementidir. Sertleşebilirliği arttırır.[5] Bakırla beraber etkisi oldukça güçlüdür. Ancak sertleşebilirliğe katkısı bakırda oranla on kat daha fazladır.

Kükürt (S): Küresel grafitli dökme demirlerde Mg eklemeyen önce miktarı %0.02'den olabildiğince düşük olmalıdır. Küresel grafitli dökme demirlerde genellikle %0.015 civarında bulunduğu görülmektedir. [6].

Nikel (Ni): Nikel de dökme demirin yapısında bulunan önemli elementlerden bir tanesidir. Kuvvetli bir östenit yapıcı olan nikel, yüksek oranda eklendiğinde dökme demirin östenitik yapıda katılaşmasını sağlar.[9]

Bakır (Cu): Bakır kullanımının en önemli katkısı sertleşebilirliği arttırmasıdır. Molibden ile birlikte kullanıldığında, sertleşebilirliğe etkisi ikisinin ayrı ayrı kullanılması durumundaki etkiden daha fazladır. [5]

Vanadyum (V): Karbür yapıcı bir etkisi vardır. Dökme demirin sertliğini ve aşınma direncini arttırmak için %0.15 – %0.5 oranında eklenebilmektedir.[9]

Fosfor (P): Fosfor bir yandan sıvının akışkanlığını arttırırken, aynı zamanda ötektik katılaşma aralığını da genişletecek şekilde bir etki ortaya çıkartır. Bu nedenle, özellikle ince kesite sahip parçaların dökümünde önem kazanan bir elementtir. [9]

Krom (Cr): Krom ise kuvvetli bir karbür yapıcıdır. Az miktarda eklendiğinde bile yapıdaki grafit miktarını azaltıp, çil oluşumunu tetikleyecek bir etki yaratabilmektedir.[9]

Alüminyum (Al): Alüminyum, dökme demir malzemeye grafitleşmeyi arttırmak amacıyla katılır. Genellikle % 0.25- % 2.00, özel durumlarda % 4 kadar alüminyum katılır. Yüksek alüminyum, dökme demirde tane büyümesini ve yüzeyde oksit tabakası oluşmasını önler.

Titanyum(Ti): Titanyum elementi de alüminyuma benzer. % 0.005 - %0.025 arasında kullanılır. Aşırı soğumuş grafit, mekanik dayanımı azaltır. Titanyum ise dökme demirin dayanımını ve korozyona karşı direncini arttırmaktadır.

Bizmut(Bi): Bizmutun, katı hale geçerken % 3.32 oranında genişlemek gibi ilginç ve farklı bir özelliği vardır. Bu yüzden alaşımları, yüksek sıcaklıklardan zarar görebilecek

malzemelerin yapısında kullanılmaya son derece uygundur. Bu alaşımlar ayrıca, bizmutun soğudukça genleşme özelliği nedeniyle, sıvı olarak döküldükleri kaptaki soğuyup katı hale geçerken, kabın şeklini alırlar. Kalay ve kadmiyum gibi metallerle oluşturduğu, erime noktası düşük alaşımlar, yangın alarmları ve söndürücü güvenlik donanımlarının yapımında kullanılır. İşlenebilir demir yapımında ve akrilik elyaf eldeinde katalizör olarak kullanılır. Bilinen en yüksek elektronegatifliğe sahiptir. [10]

2.6. SPECTROMETRE

Thermo ARL 4460 Spectrometre Analiz cihazı rutin analizler için ya da metal araştırmaları için olsun, tüm analiz gereksinimlerini karşılayacak özelliklere sahiptir. [11] Cihaz, geniş konsantrasyon aralıklarında, hızlı ve doğru analizler sağlar. Optik emisyon elektro analizi, alaşım ve elementler kimyasal analiz sağlamak için yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Bunun birçok nedeni vardır;

- Çok yönlülük: birçok şekil ve formlarda analiz yapılabilir.
- Hız: 50 saniyeden az bir sürede analizi tamamlar.
- Doğruluk: sertifikalı tip standartlarıyla % 1'inden daha iyi doğruluk sağlar
- Basitlik: Numune hazırlama kolaydır

Uygulamalar:

Uygulamalar metal ve alaşımların çoğu için kullanılabilir:

- Demir ve çelik
- Alüminyum ve alaşımları
- Bakır ve bakır alaşımları
- Nikel ve nikel alaşımları
- Kobalt ve kobalt alaşımları
- Çinko ve çinko alaşımları
- Magnezyum ve alaşımları
- Kurşun ve alaşımları

- Kalay ve kalay alaşımları
- İnce değerli metallere

Spektrum Analizi:

Döküm esnasında uygun bir şekilde alınan döküm metali soğutulur, taşlanır ve analiz cihazına konulur. Spektrum analiz cihazında ise alttaki şekilde görüldüğü üzere iki farklı noktadan malzeme yakılmak suretiyle test yapılır. Sonuç çıktıısı ise alınan iki verinin ortalaması olarak elde edilir. Şekil 2.11’de Spektrometre analiz cihazında işlem görmüş numune görülmektedir. Şekil 2.12’de ise Spektrum analiz cihazının genel görünüşü verilmektedir.



Şekil 2.11. Spektrometre analiz cihazında işlem görmüş numune [5]



Şekil 2.12. Spektrum analiz cihazı [5]

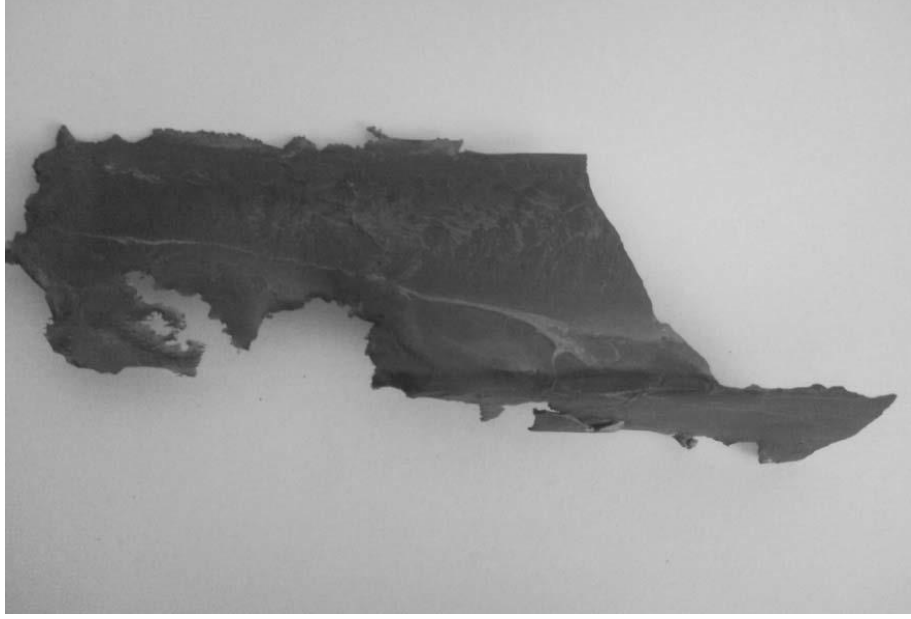
2.7. C-S (KARBON-KÜKÜRT) ANALİZ CİHAZI

Leco ARL CS230 Serisi karbon / kükürt analiz cihazı güvenilir hassas sonuçlar gerektiren düşük hacimli laboratuvarlar için idealdir. (Şekil 2.15) Sadece karbon, sadece kükürt, yüksek karbon/kükürt, düşük karbon/kükürt ve yüksek kükürtlü konfigürasyonları mevcuttur. Windows tabanlı yazılım ile CS230 Serisi çeşitli düzeylerde operatörler için en doğru seçim yapar.

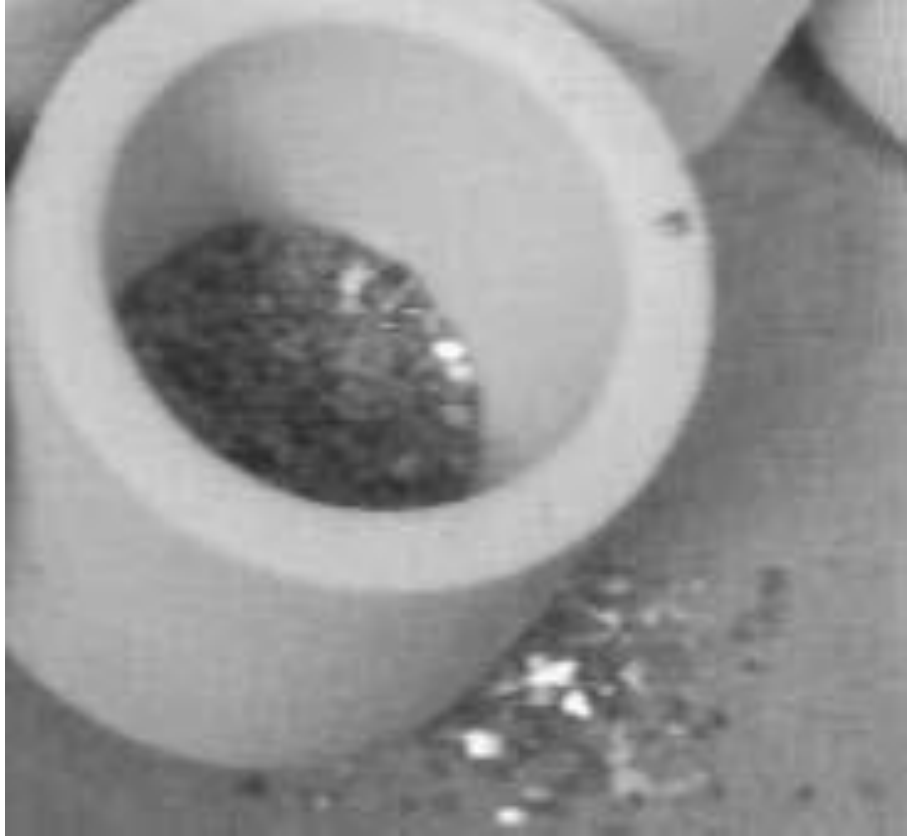
C-S (Karbon-Kükürt) Analizi

Döküm metalinden döküm esnasında kabuk şeklinde bir numune alınır ve bu numune soğumaya bırakılır. Daha sonra dövülerek küçük parçalar elde edilir. Bu küçük parçalardan C-S analiz cihazına konularak yakılır. Bu işlem sonucunda veriler elde edilir.

Şekil 2.13’de kabuk şeklindeki numune görülmektedir. Şekil 2.14’de ise dövülerek elde edilmiş numune parçacıkları görülmektedir.



Şekil 2.13. Numunenin kabuk şeklindeki görünüşü [5]



Şekil 2.14. Dövülerek elde edilen numune parçacıkları [5]



Şekil 2.15. Karbon-Kükürt analiz cihazı [5]

2.8 YÜZEY ÖLÇÜM CİHAZLARI

Fren diskinde ölçüm yapan kalite kontrol cihazları altta verilmiştir.

- Yüzey Form Ölçüm Cihazı – MARSURF - XC 20
- Yüzey Pürüzlülük Cihazı – MITTOYO - SJ410
- 3 Boyutlu Ölçüm Cihazı – ZEISS - PRİMO NAVİGATOR 7 S-ACC
- Otomatik ölçüm cihazı – BLUM

Marsurf Xc 20 Mit Pcv 200 Kontur (Profil) Ölçüm İstasyonu

Ürün özellikleri:

Bu cihaz, kontur ölçümünde ve değerlendirmesinde referans olarak kabul edilmektedir.

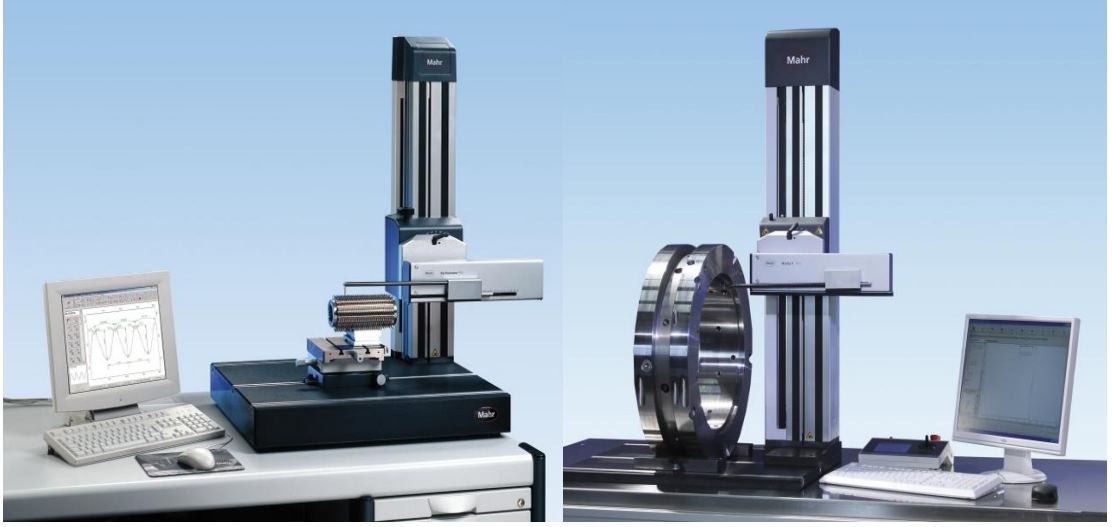
Yaklaşık 30 yıl önce bir sürücü ünitesi ve X/Y kayıt cihazlarından oluşan Konturograph

ile başlayan süreç bugün en yeni teknolojiye sahip yüksek kaliteli bir kontur ölçüm sistemine dönüşmüştür. Oldukça hassas ayarlanmış cihaz konfigürasyonu, üstün performans standartları sağlamaktadır. Sürücü ünitesi ve ölçüm standı, güvenilir bir ölçüm ve değerlendirme yazılımı kullanılarak kontrol edilmekte ve konumlandırılmaktadır.[12]

Özellikler

- Kullanıcı iletileri görüntülenebilir
- Etkileşimli kontrol öğeleri değerlendirmeleri ve otomatik rutinleri destekler
- Çift tarama uçlu proba üst ve alt kontur ölçümü; iki kontur birbirine göre değerlendirilebilir
- Her bölüm için farklı parametrelerin değerlendirilmesiyle profil bölümü görüntüleri
- Delikler veya dik kenarlar gibi engellerde bölümlendirilmiş ölçüm mümkündür
- Ayar noktası/geçerli değer karşılaştırması için dxf dosyalarının içe ve dışa aktarımı
- Araca gerek olmadan tekrarlanabilir prob kolu değiştirme için patentli prob koluna sahip PCV 200 tahrik ünitesi
- İstasyon esnekliği ölçümü için patentli prob sistemi
- Manuel değiştirilebilir tarama kuvvetleri de esnekliği destekler
- Düz çizgiler ve dairesel yaylardan nominal profillerin sentetik olarak oluşturulması
- Nominal ve geçerli profillerin kolay karşılaştırması Profil içinde tanımla farklı toleranslar seçilebilir.[12]

Şekil 2.16'da profil ölçme cihazları görülmektedir.



Şekil 2.16. MarSurf XC 20, kontur ölçüm cihazı [12]

Portatif Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı

- Operasyon paneli dokunmatiktir.
- Entegre yazıcısı birlikte taşınabilmektedir.
- 5.7" renkli ve geniş bir ekrana sahiptir.
- Özelleştirilmiş ayarları birçok endüstri standartları ile uyumludur.
- Ölçüm sonuçları saklanabilir, istenirse SD kart ile 500 adete kadar çıkabilir.
- Her fonksiyon şifre ile ayrı ayrı korunabilir.
- Hareket Aralığı: 25 mm
- Doğrusallık: 0.3µm/25mm [13]

Şekil 2.17 ve Şekil 2.18'de portatif yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı ve bu cihaz ile örnek ölçüm noktaları gösterilmektedir.



Şekil 2.17. Portatif Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı [13]



Derin oluk ölçümü



Yukarı aşağı ölçüm

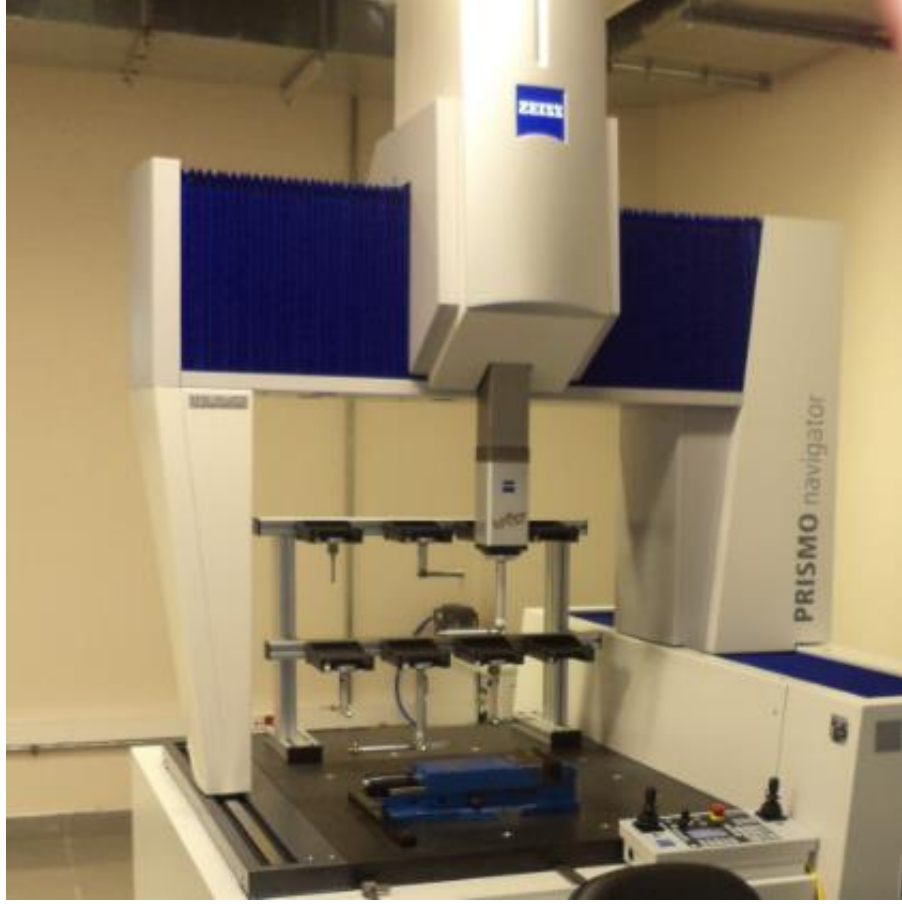


R-yüzey ölçümü

Şekil 2.18. Portatif Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı Ölçüm Noktaları[13]

3 Boyutlu Ölçüm Cihazı

ZEISS markasının 3 Boyutlu Ölçüm Cihazı olan Prismo Navigator modeli, maksimum hassasiyet sağlamaktadır. Yüksek hızlı tarama yapma özelliğine sahiptir. [14] Şekil 2.19'da 3 boyutlu ölçüm cihazı görülmektedir.



Şekil 2.19. Zeiss 3 Boyutlu Ölçüm Cihazı

Turbo Tarama - Vast Navigatör

Yüksek hassasiyet ile tarama yapar ve bu sırada ölçüm hızını otomatik olarak yapılandırır. Tarama süresini azaltmak için, helix taraması, hızlı dinamik prob kalibrasyonu, teğetsel yaklaşım ve tarama yapabilir.

İmalat Esnasında Ölçüm

Ölçüm laboratuvarına gitmeden imalat yanında ölçüm yapabilme kabiliyetine sahiptir. bütün makine parçaları operasyon sorunsuz gerçekleşecek şekilde eşleştirilir.

Makine Teknolojisi

- Karbon elyafı ve seramik parçalarından yapılan köprü sayesinde Minimum ağırlık ve yüksek esneklik elde edilmiştir,
- Cam seramik cetveller sıcaklıktan etkilenmezler,

- İmalata yakın kullanımlarda zarar görmemesi için muhafazaya alınmış eksen ve cetvellere sahiptir.

Blum Otomatik Ölçüm Cihazı

Şekil 2.20’de işleme tezgahının arkasında tezgaha uyumlu şekilde çalışmakta olan otomatik ölçüm cihazı görülmektedir.



Şekil 2.20 Blum Otomatik ölçüm cihazı

Blum Probları ile taşlama, tornalama, CNC freze gibi makinelerinizin verimliliği arttırılmıştır.[15] Şekil 2.21’de tezgâha ait dokunmatik problar görülmektedir.



Şekil 2.21. Dokunmatik Probe

Tezgâhlar için Blum dokunmatik problar sayesinde;

- Azaltılmış set-up zamanları,
- Ölçme işlemini makineye yaptırma
- Parça bozulmasının önlemesiyle artan verimlilik
- Üretim kalitesinin yükselmesi

sağlanmaktadır. Blum dokunmatik probları, işleme sürecinin verimliliğini yükseltmek ve işleme hassasiyetini artırmak için tasarlanmıştır.

Takım Ölçme Probu

Takım ölçme cihazları sayesinde kesici takımlar hızlı, hassas ve otomatik bir şekilde ölçülebilir. Şekil 2.22’de takım ölçme probu görülmektedir.



Şekil 2.22 Takım Ölçme Probu

Lazer Kontrol

Blum lazer ölçüm sistemleri tezgâh üzerinde, tornalama merkezlerinde, CNC işleme merkezlerinde takım boy ve çap ölçümü, kırık takım tespiti için önde gelen çözümdür. Şekil 2.23’de lazer kontrol sistemi görülmektedir.



Şekil 2.23. Lazer Kontrol

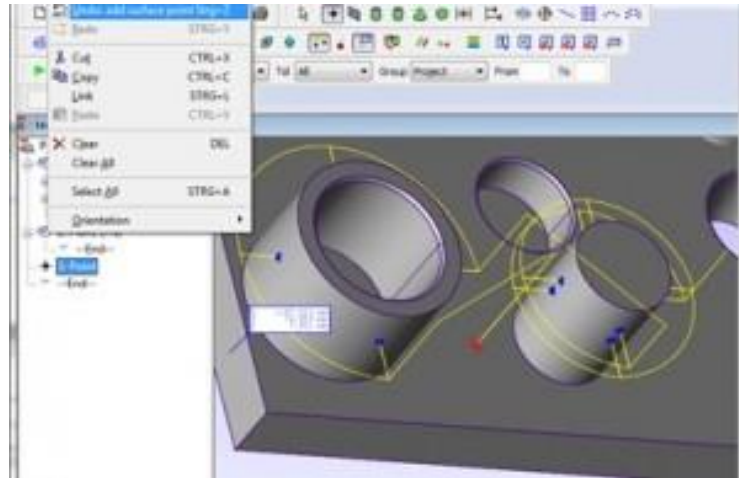
Blum Lazer ölçme sistemi, sürekli üretim kalitesi yanı sıra hataların minimize etmek anlamına gelmektedir. Mükemmel koruma, sağlam mekanik tasarım, yüksek kaliteli lazer ve akıllı elektronik ile Blum Lazer Kontrol kanıtlanmış güvenilirlik ve hassasiyeti garanti etmektedir.

Blum Lazer Ölçüm Sistemleri Faydaları:

- Nominal iş mili hızında takım ölçme ve izleme
- Gerçek boyutta kesici takımların tüm takım boy ve çap ölçümü
- Yüksek kaliteli lazer optik sistemi
- En küçük takım çapları için odaklanmış yüksek hassasiyet ve ölçümü için lazer ışını
- Blum koruma sistemi ile en kötü şartlarda bile % 100 seviyesinde güvenilirlik
- Ömür boy düşük maliyet (örneğin düşük hava tüketimi)
- Servis ve uygulamaları desteği

Form Kontrol

FormControl V4 işleme merkezlerinde kapsamlı üretim kontrolü için geliştirilmiştir. Yazılım sayesinde, iş parçasının makine üzerinde sökülmeden, geometrik standardı analizi ölçümlerinin yanı sıra hızlı iş parçası kontrolünü gerçekleştirilmesini sağlar. Yazılım uygulaması iş parçasının konumunu ayarlama konusunda zaman tasarrufu ve hassasiyet sağlar. Şekil 2.24’de bilgisayar program ekranı görülmektedir.



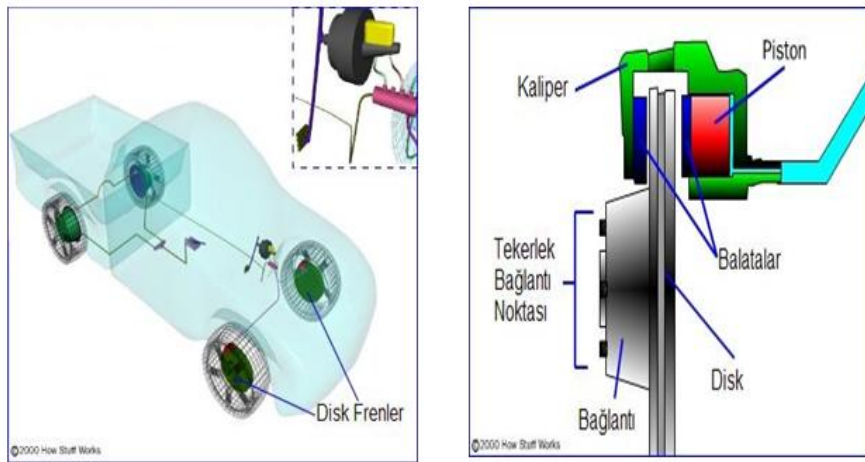
Şekil 2.24 Form Kontrol

Özellikleri

- Parça üzerinde kontur ölçüm
- Ölçme ve geometrik standartlarının analizi
- İşleme hatalarının hızlı algılaması
- Mantıklı yapılandırılmış ve kendi kendini açıklayan kullanıcı ara yüzü ile kolay kullanım
- İşlemedeki güvenlik artışı

2.9 FREN DİSKİ

Bilindiği üzere araçların en önemli emniyet parçası fren sistemleridir. Bir aracın güvenilirliği fren sisteminin gücü ve etkisiyle de ölçülebilir. Disk frenler artık günümüzdeki tüm modern araçlarda kullanılmaya başlanmıştır. Aracın yavaşlaması disk üzerine uygulanan sürtünme kuvveti sayesinde olmaktadır. Sürtünme kuvvetini oluşturmak için frene bastığımızda yer değiştiren hidrolik sıvı pistonu iter ve diske kuvvet uygulanmış olur. Yavaşlamanın şiddeti oluşturduğumuz baskı kuvvetiyle doğru orantılıdır. [16] Araçların fren sistemlerinde ön taraf daha önemlidir. Çünkü araç yavaşlamaya başladığında aracın ağırlık merkezi öne doğru kayar. Arka tekerlerin üzerinde yük ve yere olan teması azalır. Bu nedenle araçların en etkili şekilde durdurulması ön tekerlerin frenlemesiyle sağlanır. Ancak tam tersi durumda yani geri giderken aynı mantıkla arka frenlerin etkisi fazla olacaktır. Şekil 2.25’de disk frene ait parçalar görülmektedir.



Şekil 2.25 Disk fren bağlantı parçaları [16]

Disk Frenler

Disk fren sistemini oluşturan başlıca parçalar şunlardır;

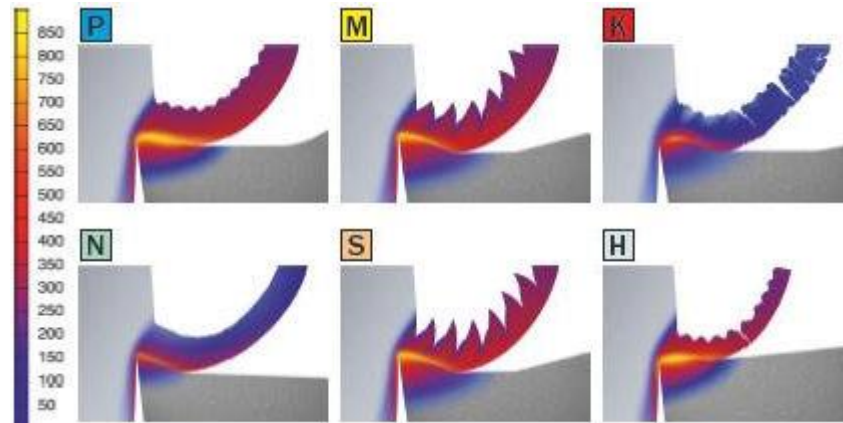
- Disk ve bağlantı noktaları
- Balatalar
- Piston
- Kaliper (Balatalara yataklık eder ve balatanın diske doğru hareketini sağlar)

2.10. DÖKÜM PARÇALARIN İŞLENEBİLİRLİĞİ

Bir malzemenin işlenebilirliğini yani işlenebilme yeteneğini belirlemek için genelde tanımlanması gereken üç ana faktör vardır.

1. İş parçası malzemesinin metalürjik ve mekanik açıdan sınıflandırılması
2. Mikro ve makro seviyelerde kullanılacak kesme kenarı geometrisi
3. Kesici takım malzemesi (kaplamalı sement karbür, seramik, CBN veya PCD, vb.)

Yukarıdaki seçimler, eldeki malzemenin işlenebilirliği üzerindeki en büyük etkiye sahip olacaktır. İlgili diğer faktörler, kesme değerleri, kesme kuvvetleri, malzemenin ısı işleme, yüzey kabuğu, metalürjik kalıntılar, takım tutucu sistemleri ve genel işleme koşullarıdır.[17] Şekil 2.26'da çeliği işlerken sement karbür kesici ucun kesme alanındaki kesiti verilmektedir.



Şekil 2.26 Çeliği işlerken sement karbür kesici ucun kesme alanındaki kesiti. [17]

İşlenebilirliğin kalite veya sayı gibi doğrudan hiçbir tanımı yoktur. Geniş anlamda işlenecek iş parçası malzemesinin yeteneğini, kesme kenarında yarattığı aşınmayı ve elde edilecek olan talaş oluşumunu içerir. Bu açıdan düşük alaşımlı bir karbon çeliğin işlenmesi östenitik paslanmaz çeliklere kıyasla daha kolaydır. Düşük alaşımlı çeliğin, paslanmaz çeliğe kıyasla daha iyi bir işlenebilirliğinin olduğu düşünülür. İyi işlenebilirlik, genelde sorunsuz kesme hareketi ve uygun bir takım ömrü anlamına gelir. Belli bir malzemenin işlenebilirliğinin değerlendirilmesi pratik testler kullanılarak yapılır. Bu testlerde, mikro yapı, yapışma yatkınlığı, takım tezgâhı, stabilite, gürültü, takım ömrü, vb. gibi diğer faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır. İşlenebilirlik talaşlı imalat için önemli bir kavramdır. Kesici ucun seçimi, kesici aletin niteliği ve kesim süresi gibi konular için işlenebilirlik dikkate alınır.

İşlenebilirliğin Talaş Kaldırma Üzerindeki Önemi

İşlenebilirlik, malzemenin üzerinden talaş kaldırılmasına olan yatkınlığı olarak tanımlanabilir. İşlenme sırasında tamamen aynı makinelerde aynı kesim değişkenleriyle imalat yapıldığı zaman, farklı malzemelerin farklı özellikler gösterdiği görülür. Kimisi uzun süreli talaş oluştururken, kimisi kesikli talaş kaldırır (dökme demir), kimisinin yüzeyi ek işleme gerek kalmayacak düzeyde pürüzsüzken diğerinin yüzeyi çiziklerle kaplı olabilir. Sıcaklığın yüksekliği oranında kesici uç ömründe azalma görülebilir.

İşlenebilirliği Etkileyen Faktörler

- Metalin yapısında alaşımın türü
- Yüzey gerilmeleri,
- Süneklik
- Malzeme sertliği,
- İşleme öncesi uygulanan ısıl işlem

Örneğin çelikte, içindeki karbon yüzdesi, çeliğin mukavemetini belirlemesinin yanında işlenebilirlik üzerinde de etkindir. Karbon yüzdesi yükseldikçe işlenebilirlik azalır. Vanadyum, Nikel gibi alaşım metallerin varlığı işlemeyi zorlaştırır.

İşlenebilirliği Artıran Alaşım Malzemeleri

Demir-çelikte içyapıda kükürt bulunması, talaş oluşumunu düzenler ve işlenebilirliği artırır. Kurşunun kesici uç üzerinde yağlayıcı etkisi vardır ve bu talaşlı imalatı kolaylaştırır. Azot ve fosfor da yapıda istenir. Serbest kesme çeliği, çelik uygulamalarında yüzey sertliği ya da gerilme mukavemetleri kritik değilse, işlenebilirliği yüksek malzemeler seçilmesine özen gösterilir.

İşlenebilirliğin Kıyasları

Talaşlı imalatın etkin uygulanabilmesi için seçilen malzemenin takım ucu, kesme hızı, besleme oranı gibi kesme değişkenleri iyi belirlenmelidir. Malzeme türleri arasında yapılan göreceli işlenebilirlik tabloları kesme parametrelerinin seçiminde imalatçıya yardımcı olurlar.

Takım Malzemesi: İşlenebilirlik azaldıkça kesici uç malzemesinin daha sert ve tok olması gerekecektir. Yüksek hız çeliğinden Karbürlere, kaplanmış karbürlülerden seramiklere dek geniş bir yelpazede seçim yapılır.

Takım geometrisi: Talaş kırıcının yeri, kesim açının doğru ayarlanması da işlenebilirliği artırıcı etki yapar.

Hızlar: Kesme hızı takım malzemesine ve iş parçasının işlenebilirliğine göre iyi dengelenmelidir. Hızın artırılması yüzey kalitesini artırırken kesme ucunun aşınmasına sebep olur. Bu da tolerans sınırları içinde kalmayı zorlaştırır.

Makinanın Rijitliği: Eski makinaların yatakları zamanla aşınır ya da kesici uçlar sehim yapar hale gelebilir. Daha çok enerji harcanır. Titreşimin de artması makinede işlemeyi zor hale getirir.

2.11. YAŞLANDIRMA (AGING)

Yaşlandırma, malzemelerin belirli bir ortamda belirli bir süre bekletilmesi sonrasında bazı özelliklerinde değişiklikler oluşmasıdır.

Dökme Demirde Doğal Yaşlandırma

Yaşlandırmanın etkileri sayesinde döküm parçaların işlenebilirliği için optimum çalışma planları hazırlanabilir. [18] Optimum seviyelerde yapılan doğal yaşlandırma işleme, sevkiyat planlarının oluşturma sırasında önemlidir.

Yaşlandırmada Kinetik

Farklı alaşımdaki dökme demir ve çelikler oda sıcaklıklarında yaşlanırlar. Pul grafitli dökme demirin çekme dayanımı 5-30 gün yaşlandırma sürelerinde %5-15 oranında artar. Yaşlandırma olayı belirli sıcaklıkta yapılırsa suni yaşlandırma olur. Eğer oda sıcaklığında yapılırsa doğal yaşlandırma adını alır.[19] Aşırı doymuş katı fazdan sıcaklık ve zamanın etkisi sonucu yeni bir faz oluşmasına “yaşlanma olayı” denir. Bu olay katı-hal reaksiyonları sayesinde gerçekleşir. Yani yaşlanma olayı da aslında bir katı-hal reaksiyonu denilebilir.

2.12.WIESSER UNIVERTOR İŞLEME TEZGAHI

UNIVERTOR AM-T serisi kompakt makine modelleri ideal iki set-up ayarı ile döner ayna sayesinde parçaların komple işleme için uygundur. Tutucu tornalama aynası orta ölçekli parçalardan büyük iş parçalarına veya 220 mm boyundaki kısa mille kadar işleme ve transfer yapabilir. Dişli çarklar, diferansiyel ayırıcılar veya flanş parçalarında çapta 420 mm, boyda ise 350 mm'ye kadar çıkılabilir.[20]

- Tutucu mili ve karşı iş mili olmak üzere ikiz spinde dizaynına sahiptir.
- Çok fonksiyonlu kızak sayesinde delme ve frezeleme işlemleri yapabilir
- Yüksek iş parçası değiştirme hassasiyetli transfer sistemi vardır.
- Parçalarına kolay ayar yapılabilir.
- Özelleştirme seçenekleriyle geniş çeşitliliğe sahiptir.

UNIVERTOR AM-T çalışma alanında dikey iş mili kızak düzeninde ve çok fonksiyonlu kaydıracağı ile, parçaların transferi prensibine göre makineden ile istifade edilir. Transfer tutucu iş milinden direk iş mili içine doğrudan olur. Ayrıca özel stand modülüne monte edilmiş taret, matkap kafaları veya çok fonksiyonlu kaydıraklar ile çeşitli işleme seçeneklerini etkinleştirir.

Bu nedenle, takip eden işlemler için bağlama işlemleri ile kesinti önemli ölçüde azaltılmış ve yüksek hassasiyetli transfer ile etkin bir çalışma alanı gerçekleştirilebilir. Bu da iş parçaları için son derece doğru şekil ve konum toleranslarını garanti eder. Makineler esnek olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu nedenle son derece yüksek kalite standartlarını karşılarken ve ideal çeşitli boyutlarda parça-maliyet-etkin komple işleme için uygundur.

Mükemmel makine istikrar ve sönümlenme özellikleri nedeniyle, UNIVERTOR AM-T serisi yalnızca kaba işleme için sağlam ve yeterli, ama zor tornalama için de uygundur. Son derece kısa çevrim süreleri sayesinde yüksek miktarlarda ve maksimum verim sağlarlar. UNIVERTOR serisi çok fonksiyonlu hassas torna çalışma hızı, kullanılabilirlik, istikrar ve güvenilirlik açısından kendi sınıfında dünyanın en iyi makine aletleri arasındadır. (Şekil 2.27-Şekil 2.29) Tablo 2.3'de tezgahın teknik özellikleri verilmektedir.

Tablo 2.3 Weisser teknik özellikleri

Ön İşmili Rulman çapı	120	mm
Tahrikli takım sayısı	12	ad
X eksenli hareket mesafesi	1400	mm
Z eksenli çalışma alanı	350(500)	mm
X eksenli ani hareket devir sayısı	60/75	m/min
Z eksenli ani hareket devir sayısı	30	m/min

Özel yetenekleri

- Çok fonksiyonlu komple işleme
- Tutucu konsepti
- Aktarım sistemi
- Yüksek iş parçası değiştirme doğruluğu
- Kompakt montaj yüzeyi
- Parçaların entegre taşınması
- Teknolojik modüller



Şekil 2.27 Weisser Genel İşleme Tezgâhı



Şekil 2.28 Takım tutucu kafa [20]



Şekil 2.29 UNIVERTOR AM-T[20]

2.13. KESİCİ TAKIM MALZEMELERİ

Kesme işleminin yapılabilmesi için öncelikle kullanılan takımın gerekli sertliğe dayanabilecek özellikte olması gerekir. [21]

Bu nedenle belli başlı bazı problemlerin çözümü gereklidir;

- Kesme yapılacak yüzeyin kenarındaki aşınma.
- Talaş kaldırma esnasında uygulanan kuvvet nedeniyle ortaya çıkan ısı.
- Kesme işlemi esnasında oluşabilecek darbe.

Kesici takımlarda bulunması gerek bazı özellikler;

- Aşınmanın en az seviyede olması için yüksek bir sertlik değerinde olmalı
- İşleme esnasındaki titreşime dayanabilmesi için yeterli bir seviyede tokluk değerinde olmalı

Aşağıdaki malzemeler genellikle kesme için kullanılmaktadır.

- Kübik bor nitrür (CBN)
- Seramikler
- Elmas
- Sert metaller
- Yüksek hız çelikleri
- Silikon nitrit
- Sermetler

Kesici Takım Malzemelerinin Seçiminde Genel Kriterler

İşleme sırasında üretim masraflarının azaltılması, yüksek kalite sağlanması ve verimliliğin artırılması uygun bir kesici takım seçimi ile gerçekleştirilebilir. Bu verimliliği sağlayabilmek için optimum seviyede kesme hızları olmalıdır. Uygun takım seçimi seri imalat yapılan yerlerde oldukça önemlidir. Sık sık takım değişimi veya bilemesi yapılması hem işlenen parçanın birim maliyetini yükselmesine neden olur, hem de verimliliği oldukça düşürür. [21] Her kesici takımın kendine göre özellikleri ve üstünlükleri vardır. Kullanım alanı net bir şekilde tespit edilmeli ve buna göre seçim yapılmaz. Seçim yapılırken alttaki faktörler göz önüne alınmalıdır.

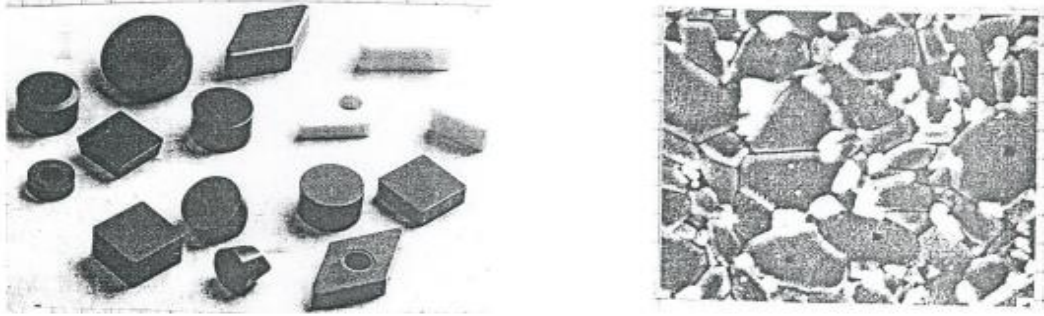
- Parça sertliği
- Seçilen takımla yapılacak işlem türü
- Kaldırılması istenen talaşın miktarı
- İstenen yüzey pürüzlülüğü
- İşleme hızı
- Sıcaklık
- Kesme kuvvetleri

SERAMİKLER (CC)

Seramikler birçok farklı kesici uçlar için ortak bir ad olarak kullanılmaktadır. [22] İşleme metodunun ve tezgâhların değişmesiyle seramikler mükemmel verimlilik ve kalite sergilemeye başlamıştır. Seramik kesiciler sert, yüksek sıcak sertlik özelliklerine sahip olup iş parçası malzemesiyle kimyasal reaksiyona girmezler. Daha uzun ömre sahip olup daha yüksek hızlarda işleme yapmak mümkündür. Doğru uygulamalarda oldukça yüksek talaş miktarları kaldırılabilir. Seramiklerle çelikler arasındaki başlıca farklar;

- Seramiğin yoğunluğu çeliğin üçte biridir.
- Çelikte dengeli olan basma-çekme dayanım değerleri seramikte daha yüksek basma dayanım değerleri olarak göze çarpmaktadır.
- Seramikler gevrek ve plastik uzama yoktur
- Çeliğin elastikiyet modülü seramiğin yarısıdır.
- Seramiklerin ısı iletkenliği çeliğe göre düşüktür.

Şekil 2.30'da seramik uçların örnek resimleri ve Al₂O₃ seramiğin mikro yapısı görülmektedir.



Şekil 2.30 Seramik uç örnekleri ve Al₂O₃ seramiğin mikro yapısı [22]

KÜBİK BOR NİTRİTLER (CBN)

Oldukça sert bir takım malzemesidir. Elmaştan sonra ikinci sertliğe sahiptir.

Başlıca özellikleri;

- Yüksek aşınma direnci
- Yüksek sıcaklıklarda yüksek sertlik, (2000°C)
- İyi bir kimyasal kararlılık.
- Aşırı sertlik,

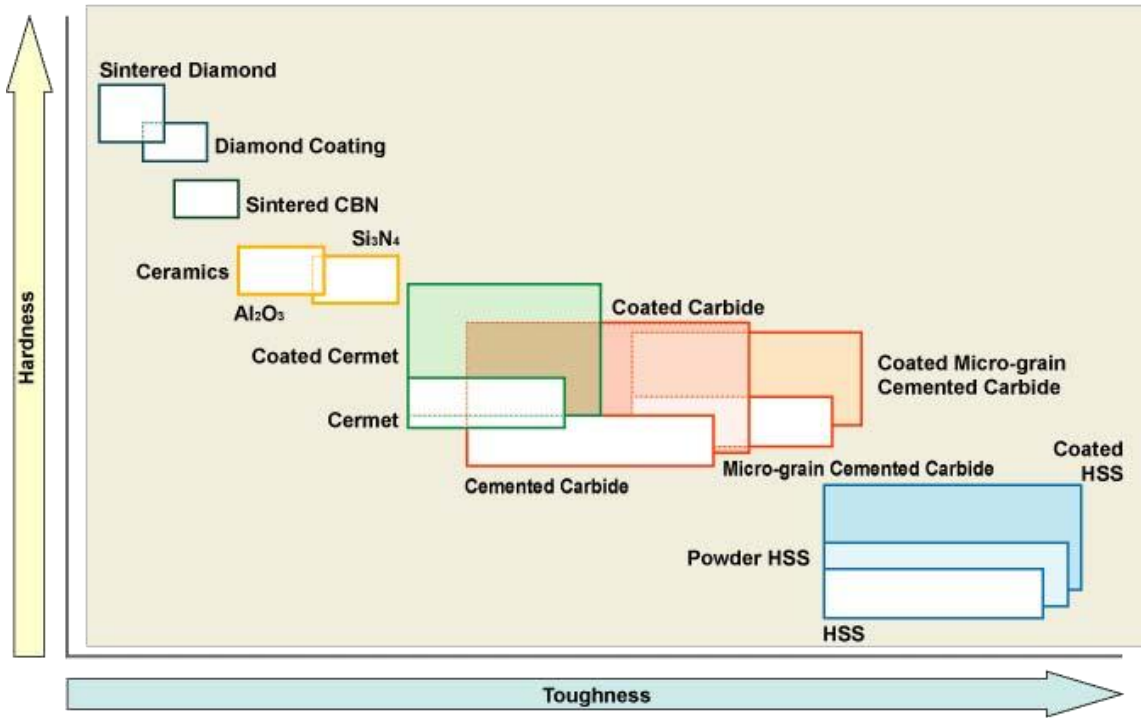
CBN ucun kullanım alanları şu şekildedir;

- Isı direnci yüksek alaşımlar.
- Yüzeyi sertleştirilmiş ürünler,
- Haddelenerek şekillendirilmiş dökme demirler,
- Sertleştirilmiş çelik ve dökme demirler,
- Demir ve Kobalt esaslı metallere,
- Dövme çelikler,

CBN uçlar, sertliği yüksek olan iş parçalarında kullanılır. İşlenecek parça yumuşak olduğunda takım aşınması daha fazla olur. Takım aşınması sert parçalarda daha azdır. Taşlama işlemi yerine CBN uçlarla yapılan tornalama çok iyi seviyede yüzey kalitesi verir. CBN uçlar bitirme yüzeylerinde çok iyi sonuçlar verir. Şekil 2.31 ve Şekil 2.32'de CBN uçların örnek resimleri ve kesici takım malzemelerinin karşılaştırılması verilmiştir. Tablo 2.4'de CBN ucun diğer uçlarla karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 2.31 Bazı CBN uç örnekleri [22]



Şekil 2.32 Kesici Takım Malzemelerinin Karşılaştırılması [23]

Tablo 2.4 CBN'in Diğer Malzemelerle Karşılaştırılması [23]

Property	Steel	Cast Alloy	WC	TiC	c-BN	Diamond
Hardness (Gpa)	8.5	8	14-24	18-32	40-50	70-80
Strength (Mpa)	4100-4500	1500-2300	4100-5850	3100-3850	6900	6900
Elastic Modules (Gpa)	200	200	520-600	310-450	850	820-1050
Density (g/cm ³)	8.6	8-8.7	10-15	5.5-5.8	3.48	3.5
Melting Temperature(°C)	1300	-	1400	1400	1300	700
Thermal Conductivity (W/m °C)	-	-	42-125	17	13	70
Thermal Expansion Coefficient (x10 ⁻⁶ /°C)	12	-	4-6.5	7.5-9	4.8	1.2

Gri Dökme Demirde İşlenebilme

Sertlik, işlenebilme kabiliyetini etkileyen önemli bir faktördür. Ayrıca mikro yapı daha genel bir göstergedir. Perlit boşluklarındaki artma ve ferrit yapısında oluşan bir azalma işlenebilirliğini azaltır. [21] Ancak otomotiv endüstrisindeki fren diski gibi parçalarda, en az düzeyde ferrit içerikli ve oldukça iyi perlit boşluklu demir gerekir. Bu nedenle işlemede bazı problemler çıkabilir. Bunlar sık takım değişimine bağlı olarak ürün kaybı ve yüksek imalat maliyetidir. Altaki kriterler sağlandığında CBN uçlar iyi bir performans sağlarlar.

- Tam perlit olmalıdır, yani az miktarda serbest ferrit içermeli.
- Yüksek kesme hızı olmalı. (500 m/dak' dan büyük)

Uç Değişim Zamanı

Uç değişim zamanlarını belirlemek için tecrübe ya da gözle kontrol gibi kişiye bağlı değişebilen yöntemler kullanılmamaktadır. Öncelikle Weisser İşleme tezgâhın sonunda bulunan Blum kontrol sisteminde parçaların %100'ünün düzlemselliği ölçülmektedir. Referans aldığımız kesici ucun aşınması ya da kırılması durumunda düzlemsellik ölçüleri hatalı gelmektedir. Arka arkaya 2 parça hatalı geldiğinde uç değiştirilmektedir. Böylelikle hem gereksiz hurda malzemenin önüne geçilmekte hem de uçların kullanımı optimum seviyede tutularak maksimum verim sağlanmaktadır.

BÖLÜM 3

PROSES PLANLARI

Fren diski gibi özellikle otomotiv emniyet parçası olan bir ürün bir dizi kontrolden geçmek zorundadır. Yapılacak en küçük hata çok büyük sorunlara neden olabilir. Aşağıda kontrol planlarına ait örnekler gösterilmiştir. (Şekil 3.1)

3.1. X-RAY KONTROL PLANI

X - RAY KONTROL PLANI		SAYFA NO:
FİRMA ADI	:	
ÜRÜN ADI/ ÜRÜN GRUBU	:	
REFERANS ŞARTNAME VEYA STANDART NO / SON REVİZYON TARİ	:	
İÇ HATA KRİTERLERİ:		
TÜM BÖLGELER İÇİN SÜREKSİZLİK TANIMI	KRİTERLER	
MAKROÇEKİNTİ (İçerden başlayıp yüzeye kadar çıkan büyük boşluklar)	İçerden başlayıp yüzeye kadar çıkan büyük boşluklar RED sebebidir.	
MİKROÇEKİNTİ (Yüzeyden gözükmeyen sığırimsi ya da yoğun şekildeki boşluklar)	RED sebebidir.	
ÇATLAK	RED sebebidir.	
DİĞER BOŞLUKLAR (Yüzey altı gaz , cüruf v.b boşluklar)	RED sebebidir.	
ÜRÜN GÖRÜNTÜSÜ:		
NOT : '-'		

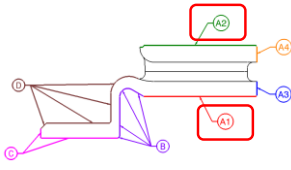
Şekil 3.1 X-Ray Kontrol Plan Örneği [24]

3.2. TALAŞLI İMALAT KALİTE KONTROL PLANI

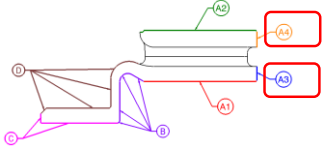
Şekil 3.2-3.6’da talaşlı imalat kalite kontrol plan örnekleri görülmektedir.

TALAŞLI İMALAT KALİTE KONTROL PLANI																	
FİRMA: : PARÇA ADI : PARÇA NO/RESİM NO :		PARÇA RESİMLERİ:															
Op. Akış Şeması	KRİTERLER	KONTROL SORUMLUSU	FREKANS														
<p>Kaba İşleme</p> <p>↓</p> <p>Kaba İşleme</p> <p>↓</p> <p>Delik Delme ve Klavuz Çekme</p> <p>↓</p> <p>Finish Geçme</p> <p>↓</p> <p>Balans Alma</p> <p>↓</p> <p>SON KONTROL (%100 KK)</p> <p>↓</p> <p>NIHAİ ÜRÜN DENETİM</p> <p>↓</p> <p>Sekiyat</p>	<p>GÖZ KONTROLÜ-KRİTERLER: (CC)</p> <p>A-DÖKÜM PARÇA</p> <p>B-İŞLENMİŞ YÜZEYLER: (CC)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Parça Genelindeki Hata Tipleri</th> <th>Kabul Sınırı</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.5mm'e kadar olan hatalar</td> <td>Önemsenmeyecektir.</td> </tr> <tr> <td>Dibi görünen boşluklar</td> <td>Dibi görünenler kabul; görünmeyenler red.</td> </tr> <tr> <td>Hata Toplamı</td> <td>Genel toplamda hata sayısı 10'dan fazla ise red.</td> </tr> <tr> <td>Çatlaklar</td> <td>Çatlaklar kabul dışıdır.</td> </tr> <tr> <td>Paslı Bölgeler</td> <td>Boyanmış bölgelerde pas olmayacak. Boyanmamış bölgeler için yandaki tablolar kullanılacaktır. Tablolarda, paslanmaların birim yüzeyde kaplayacağı max. pas yoğunluğu gösterilmektedir.</td> </tr> <tr> <td>Çapak, keskin köşe</td> <td>Çapak ve keskin köşe olmamalıdır.</td> </tr> </tbody> </table>	Parça Genelindeki Hata Tipleri	Kabul Sınırı	0.5mm'e kadar olan hatalar	Önemsenmeyecektir.	Dibi görünen boşluklar	Dibi görünenler kabul; görünmeyenler red.	Hata Toplamı	Genel toplamda hata sayısı 10'dan fazla ise red.	Çatlaklar	Çatlaklar kabul dışıdır.	Paslı Bölgeler	Boyanmış bölgelerde pas olmayacak. Boyanmamış bölgeler için yandaki tablolar kullanılacaktır. Tablolarda, paslanmaların birim yüzeyde kaplayacağı max. pas yoğunluğu gösterilmektedir.	Çapak, keskin köşe	Çapak ve keskin köşe olmamalıdır.	Talaşlı İmalat Elemanı	100%
	Parça Genelindeki Hata Tipleri	Kabul Sınırı															
	0.5mm'e kadar olan hatalar	Önemsenmeyecektir.															
	Dibi görünen boşluklar	Dibi görünenler kabul; görünmeyenler red.															
	Hata Toplamı	Genel toplamda hata sayısı 10'dan fazla ise red.															
	Çatlaklar	Çatlaklar kabul dışıdır.															
	Paslı Bölgeler	Boyanmış bölgelerde pas olmayacak. Boyanmamış bölgeler için yandaki tablolar kullanılacaktır. Tablolarda, paslanmaların birim yüzeyde kaplayacağı max. pas yoğunluğu gösterilmektedir.															
	Çapak, keskin köşe	Çapak ve keskin köşe olmamalıdır.															
			<p>Boyasız İşlenmiş Bölgelerdeki Paslı Alanlar İçin Kullanılacak Kriterler</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Benek Şeklinde İse</th> <th>Genel Görünümde</th> <th>İğne Ucu Şeklinde İse</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Boyasız Döküm Bölgelerdeki Paslı Alanlar İçin Kullanılacak Kriterler</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Benek Şeklinde İse</th> <th>Genel Görünümde</th> <th>İğne Ucu Şeklinde İse</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Benek Şeklinde İse	Genel Görünümde	İğne Ucu Şeklinde İse				Benek Şeklinde İse	Genel Görünümde	İğne Ucu Şeklinde İse				
	Benek Şeklinde İse	Genel Görünümde	İğne Ucu Şeklinde İse														
Benek Şeklinde İse	Genel Görünümde	İğne Ucu Şeklinde İse															

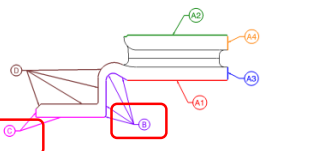
Şekil 3.2 Talaşlı İmalat Kalite Kontrol Planı İşlenmiş Yüzey Kriterleri [24]

TALAŞLI İMALAT KALİTE KONTROL PLANI																											
FİRMA: : PARÇA ADI : PARÇA NO/RESİM NO :		PARÇA RESİMLERİ:																									
Op. Akış Şeması	KRİTERLER	KONTROL SORUMLUSU	FREKANS																								
<p>Kaba İşleme</p> <p>↓</p> <p>Kaba İşleme</p> <p>↓</p> <p>Delik Delme ve Klavuz Çekme</p> <p>↓</p> <p>Finish Geçme</p> <p>↓</p> <p>Balans Alma</p> <p>↓</p> <p>SON KONTROL (%100 KK)</p> <p>↓</p> <p>NIHAİ ÜRÜN DENETİM</p> <p>↓</p> <p>Sekiyat</p>	<p>GÖZ KONTROLÜ-KRİTERLER: (CC)</p>  <p>A1 Bölgesi</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Çap:</th> <th>Max. Kabul Sınırı</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤3mm</td> <td>≤3mm</td> </tr> <tr> <td>Derinlik:</td> <td>≤2.0 mm</td> </tr> <tr> <td>Toplam Sayı:</td> <td>≤3</td> </tr> <tr> <td>Deliklerden ve Kenarlardan Uzaklık:</td> <td>≥3.0 mm</td> </tr> <tr> <td>İki Hata Arası Mesafe:</td> <td>≥80.0 mm</td> </tr> </tbody> </table> <p>A2 Bölgesi</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Çap:</th> <th>Max. Kabul Sınırı</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤3mm</td> <td>≤3mm</td> </tr> <tr> <td>Derinlik:</td> <td>≤2.0 mm</td> </tr> <tr> <td>Toplam Sayı:</td> <td>≤3</td> </tr> <tr> <td>Deliklerden ve Kenarlardan Uzaklık:</td> <td>≥3.0 mm</td> </tr> <tr> <td>İki Hata Arası Mesafe:</td> <td>≥80.0 mm</td> </tr> </tbody> </table>	Çap:	Max. Kabul Sınırı	≤3mm	≤3mm	Derinlik:	≤2.0 mm	Toplam Sayı:	≤3	Deliklerden ve Kenarlardan Uzaklık:	≥3.0 mm	İki Hata Arası Mesafe:	≥80.0 mm	Çap:	Max. Kabul Sınırı	≤3mm	≤3mm	Derinlik:	≤2.0 mm	Toplam Sayı:	≤3	Deliklerden ve Kenarlardan Uzaklık:	≥3.0 mm	İki Hata Arası Mesafe:	≥80.0 mm	Talaşlı İmalat Elemanı	100%
	Çap:	Max. Kabul Sınırı																									
	≤3mm	≤3mm																									
	Derinlik:	≤2.0 mm																									
	Toplam Sayı:	≤3																									
	Deliklerden ve Kenarlardan Uzaklık:	≥3.0 mm																									
	İki Hata Arası Mesafe:	≥80.0 mm																									
	Çap:	Max. Kabul Sınırı																									
	≤3mm	≤3mm																									
	Derinlik:	≤2.0 mm																									
Toplam Sayı:	≤3																										
Deliklerden ve Kenarlardan Uzaklık:	≥3.0 mm																										
İki Hata Arası Mesafe:	≥80.0 mm																										

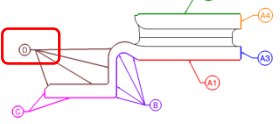
Şekil 3.3 Talaşlı İmalat Kalite Kontrol Planı A1-A2 Bölgesi Kabul Kriterleri [24]

TALAŞLI İMALAT KALİTE KONTROL PLANI			
FİRMA: : PARÇA ADI : PARÇA NO/RESİM NO :		PARÇA RESİMLERİ:	
Op. Akış Şeması	KRİTERLER	KONTROL SORUMLUSU	FREKANS
<p>Kaba İşleme</p> <p>Kaba İşleme</p> <p>Delik Delme ve Klavuz Çekme</p> <p>Finish Geçme</p> <p>Balans Alma</p> <p>SON KONTROL (%100 KK)</p> <p>NIHAİ ÜRÜN DENETİM</p> <p>Sekiyat</p>	<p>GÖZ KONTROLÜ-KRİTERLER: (CC)</p>  <p>A3 Bölgesi</p> <p>Çap: $\leq 3\text{mm}$ Derinlik: $\leq 5\text{ mm}$ Toplam Sayı: ≤ 5 Deliklerden ve Kenarlardan Uzaklık: Kenara kadar uzanmamalıdır. İki Hata Arası Mesafe: $\geq 100.0\text{ mm}$</p> <p>Max. Kabul Sınırı</p> <p>A4 Bölgesi</p> <p>Çap: $\leq 3\text{mm}$ Derinlik: $\leq 5\text{ mm}$ Toplam Sayı: ≤ 5 Deliklerden ve Kenarlardan Uzaklık: Kenara kadar uzanmamalıdır. İki Hata Arası Mesafe: $\geq 100.0\text{ mm}$</p>	Talaşlı İmalat Elemanı	100%

Şekil 3.4 Talaşlı İmalat Kalite Kontrol Planı A3-A4 Bölgesi Kabul Kriterleri [24]

TALAŞLI İMALAT KALİTE KONTROL PLANI			
FİRMA: : PARÇA ADI : PARÇA NO/RESİM NO :		PARÇA RESİMLERİ:	
Op. Akış Şeması	KRİTERLER	KONTROL SORUMLUSU	FREKANS
<p>Kaba İşleme</p> <p>Kaba İşleme</p> <p>Delik Delme ve Klavuz Çekme</p> <p>Finish Geçme</p> <p>Balans Alma</p> <p>SON KONTROL (%100 KK)</p> <p>NIHAİ ÜRÜN DENETİM</p> <p>Sekiyat</p>	<p>GÖZ KONTROLÜ-KRİTERLER: (CC)</p>  <p>B Bölgesi</p> <p>Çap: $\leq 6\text{mm}$ Derinlik: $\leq 6\text{ mm}$ Toplam Sayı: ≤ 9 Deliklerden ve Kenarlardan Uzaklık: $\geq 20\text{ mm}$ İki Hata Arası Mesafe: $\geq 100.0\text{ mm}$</p> <p>Max. Kabul Sınırı</p> <p>C Bölgesi</p> <p>Çap: $\leq 6\text{mm}$ Derinlik: $\leq 6\text{ mm}$ Toplam Sayı: ≤ 9 Deliklerden ve Kenarlardan Uzaklık: $\geq 20\text{ mm}$ İki Hata Arası Mesafe: $\geq 100.0\text{ mm}$</p>	Talaşlı İmalat Elemanı	100%

Şekil 3.5 Talaşlı İmalat Kalite Kontrol Planı B-C Bölgesi Kabul Kriterleri [24]

TALAŞLI İMALAT KALİTE KONTROL PLANI			
FIRMA: : PARÇA ADI : PARÇA NO/RESİM NO :		PARÇA RESİMLERİ:	
Op. Akış Şeması	K R İ T E R L E R GÖZ KONTROLÜ-KRİTERLER: (CC)  D Bölgesi Çap: ≤6mm Derinlik: ≤ 6 mm Toplam Sayı: ≤ 10 Deliklerden ve Kenarlardan Uzaklık: ≥ 15 mm İki Hata Arası Mesafe: ≥ 120.0 mm Max. Kabul Sınırı	KONTROL SORUMLUSU Talaşlı İmalat Elemanı	FREKANS 100%
Kaba İşleme ↓ Kaba İşleme ↓ Delik Delme ve Klavuz Çekme ↓ Finish Geçme ↓ Balans Alma ↓ SON KONTROL (%100 KK) ↓ NİHAİ ÜRÜN DENETİM ↓ Sekiyat			İki hata birbirine çok yakın. RED Çekimi deliğe çok yakın. RED Hata kenara çok yakın. RED Hata kenarın üzerinde. RED İki hata birbirine çok yakın. RED Delik çapı büyük. RED

Şekil 3.6 Talaşlı İmalat Kalite Kontrol Planı D Bölgesi Kabul Kriterleri [24]

3.3. KALİTE KONTROL ÜRÜN DENETİM PLANI

Şekil 3.7’de Kalite kontrol ürün denetim plan örneği görülmektedir.

KALİTE KONTROL ÜRÜN DENETİM PLANI			
İşlem	Kontrol Edilecek Parametre	Kontrol Araçları	
		Cinsi	A.Q.L
1	GÖRÜNÜM KONTROLÜ-HAM PARÇA (CC)	GÖZ	
	GÖRÜNÜM KONTROLÜ; KALİTE KONTROL PLANINA GÖRE YAPILACAKTIR.		
	TAŞLAMA KONTROLÜ; TAŞLAMA PLANINA GÖRE KONTROL EDİLECEKTİR.		
2	SERTLİK KONTROLÜ	SERTLİK CİHAZI	
	200-250 HB		
3	ÇEKME TESTİ (CC)	Çekme test cihazı	
	Çekme Muk: 200-250 N/mm ²		
4	MALZEME KONTROLÜ	LABORATUAR	
	LABORATUAR RAPORU		
5	FRF TESTİ (HI)	Sonik Kontrol cihazı	
	Sonik Kontrol cihazı ile kontrol yapılacaktır. Sonuçlar ölçüm sonuçları ile uyumlu olmalıdır. Ölçümler için önce parçalar işletilecektir. Ölçüm işlenmiş (boyanmamış) parçalar üzerinde yapılacaktır.		
6	İŞLENMİŞ PARÇA		
	Parçaya özel “Talaşlı İmalat Ürün Denetim Formu”nda belirtilen ölçüler frekanslarına uygun olarak ölçülerek parti hakkında onay işlemi yapılır.		

Şekil 3.7 Kalite Kontrol Ürün Denetim Planı Örneği [24]

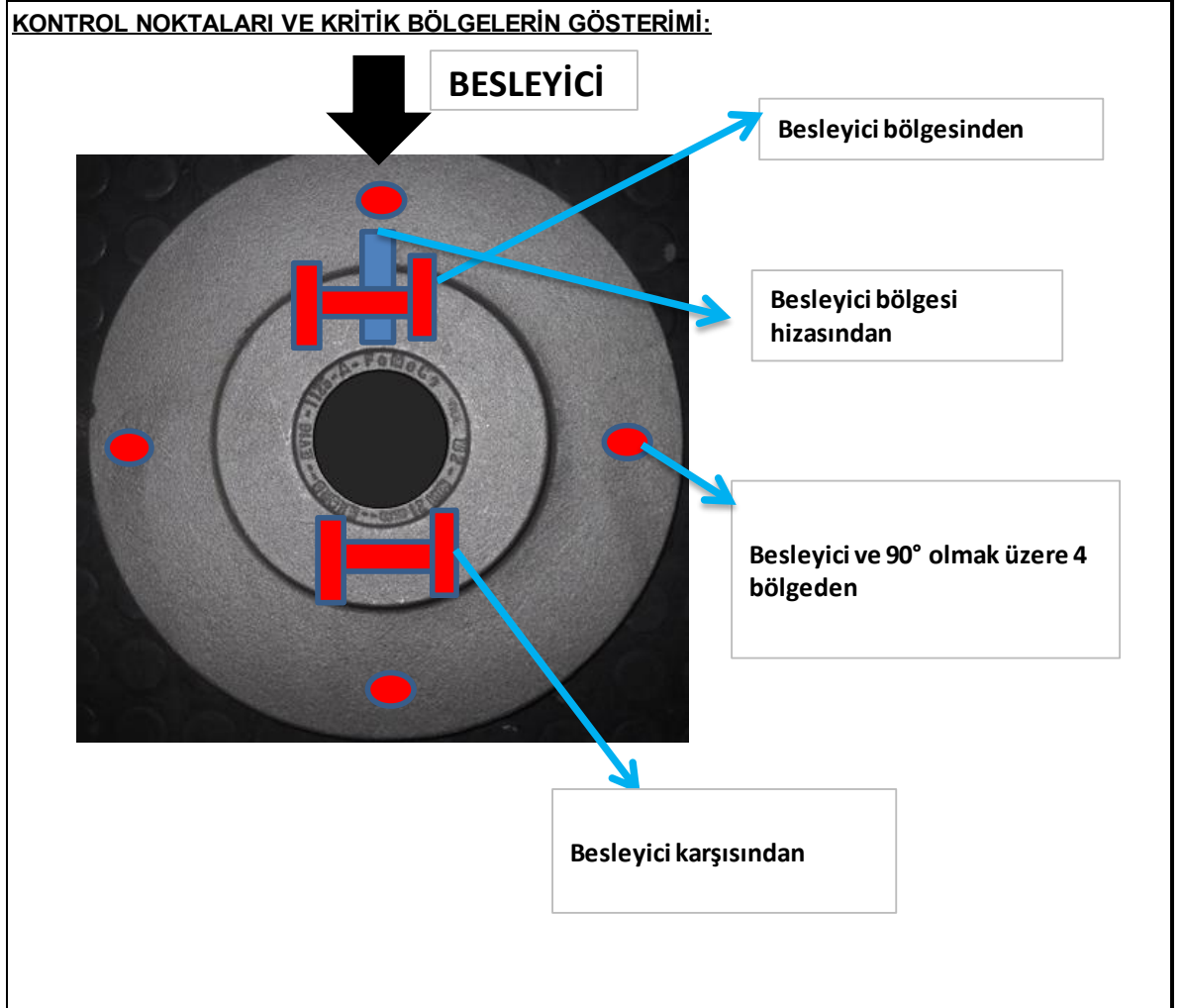
3.4. KALİTE KONTROL PLANI

Şekil 3.8’de kalite kontrol plan örneği görülmektedir.

KALİTE KONTROL PLANI			
OPERASYON AKIŞI	KRİTERLER	KONTROL SORUMLUSU	FREKANS
Malzeme Kabulü	<p>1- GÖZ KONTROLÜ : (CC)</p> <p>* Parça Yüzey bölgeleri ve kabul kriterleri</p> <p>* A Yüzeyinde hata istenmemektedir.C yüzeyinde çapı 5 mm ye eşit veya küçük, derinliği 2 mm den küçük,kenar ve deliklere olan uzaklığı Min 10 mm olan ve aralarındaki mesafe minimum 100 mm olan5 adet max. hata kabul edilecektir.</p> <p>* D bölgesinde çapı 6 mm ye eşit veya küçük, derinliği 3 mm den küçük,kenar ve deliklere olan uzaklığı Min 5 mm olan ve aralarındaki mesafe minimum 100 mm olan 8 adet max. hata kabul edilecektir.</p> <p>* Parçalarda kırık ve çatlak hataları olmamalıdır.</p> <p>* Yüzeylerde kum kalıntısı ve /veya penetrasyon olmamalıdır.</p> <p>* Parçalarda katmer ve eksik döküm hataları olmamalıdır.</p> <p>* Taşlama şartları, taşlama proses planında belirtilen şartlara uygun olmalıdır.</p> <p>* Markalamalar ve döküm tarihi kodlaması belirgin ve okunaklı olmalıdır.</p> <p>2- BOYAMA ŞARTLARI:</p> <p>-----</p> <p>3- NODÜLLEŞME KONTROLÜ:</p> <p>-----</p> <p>4- DÖKÜM SAĞLIĞI KONTROLÜ: (CC)</p> <p>-----</p> <p>5- MASTAR KONTROLÜ:</p> <p>-----</p> <p>6- PROSES KONTROL / İLAVE GEREKSİNİMLER:</p> <p>* Döküm hataları kontrolü</p> <p>* Sertlik kontrolü</p> <p>* Mikroyapı Kontrolü:</p> <p>*Çekme Çubuğu bölgesi:</p>	İş. Kalite Kont.	100%
Temizleme			
Taşlama			
%100 Kalite Kontrol			
Ürün Denetim			
Talaşlı İmalat			
Ürün Denetim			
BOYAMA			
Nihai Ürün Denetim			
Sevkiyat			
Ek Operasyon	Proses Kont.		
	Proses Kont. Malz. Lab.El.		
	Proses Kont.		

Şekil 3.8 Kalite Kontrol Planı Örneği [24]

Şekil 3.9’da kalite kontrol noktaları ve kritik bölgeler görülmektedir.



Şekil 3.9 Kalite Kontrol Noktalarını ve Kritik Bölgelerin Gösterimi [24]

3.5. BOYUT KONTROL PLANI

Şekil 3.10 boyut kontrol planı örneği görülmektedir.

DÖKÜM PARÇA BOYUT KONTROL PLANI		FİRMA ADI		
		PARÇA ADI		
		RESİM NO		
		RESİM TARİHİ:	PLAN KODU:	
YAYIN TARİHİ:	REVİZYON NO:	REVİZYON TARİHİ:	HAZIRLAYAN:	ONAY:
MODEL MALZEMESİ: METAL		İLK KONTROL PERİYODU		
		II. KONTROL		
		II. KONTROL SONRASI PERİYOD		
RESİM ÖLÇÜ NO	RESİM DEĞERİ	KULLANILACAK ÖLÇÜ ALETİ	ÖLÇÜNÜN TARİFİ	
1	$\varnothing 300 \pm 2$	KUMPAS		
2	$\varnothing 140 \pm 2$	KUMPAS		
3	$\varnothing 50 \pm 2$	KUMPAS		
4	$\varnothing 150 \pm 2$	KUMPAS		
5	404 ± 2	KUMPAS		
6	10 ± 28	KUMPAS		
7	15 ± 2	KUMPAS		
8	5 ± 2	KUMPAS		

Şekil 3.10 Boyut Kontrol Planı Örneği [24]

3.6. DÖKÜM PROSES PLANI

Şekil 3.11’de döküm proses planı örneği görülmektedir.

DÖKÜM PROSES PLANI																			
MÜŞTERİ VE ÜRÜN BİLGİLERİ							ERGİTME TALİMATI												
FİRMA ADI	PARÇA ADI	PARÇA NO.	MALZEME GRUBU	KALIP BRÜT AĞIRLIĞI	ŞARJ KOMPOZİSYONU														
				30,000	REÇETE NO.	DÖNÜŞ HURDASI (%)	PİK (%)	ÇELİK HURDA (%)	DİĞER KATKILAR										
		MALZ. STAND. NO./ STAND. REV. İNDİSİ	MODEL SET NO.		ERGİTME PROSES PLANI														
MÜŞTERİ FİRMA İSTEKLERİ																			
KİMYASAL KOMPOZİSYON							KİMYASAL KOMPOZİSYON (BAZ METAL)												
%C	%Si	%Mn	%S	%P	%Cr	%Cu	%Sn	%Mg											
2,50	1,00	0,30	0,05	0,05	0,01														
3,50	5,00	2,00	2,00	2,00	1,00														
METALLOGRAFİK YAPI							OTOMATİK OCAK ANALİZİ												
GRAFIT ŞEKLİ VE BÜYÜKLÜĞÜ	GRAFIT DAĞILIMI	KÜRESELLEŞME ORANI (%)	NODUL SAYISI / mm ²	MATRİKS YAPI			REÇETE NO.	%C	%Si	%Mn	%S	%P	%Cr	%Cu	%Sn	%Mg	%B	%Ce	%Pb
								3,00	2	0,50	0,070	0,03	0,10	0,40	0,080				
	HOMOJEN	---						3,20	2,1	1,00	0,20	0,20	0,50	0,60	0,090				
MEKANİK ÖZELLİKLER							ERGİTME OCAK ŞARTLARI												
SERTLİK (BHN)	ÇEKME MUKAVEMETİ (N/mm ²)	AKMA MUKAVEMETİ (N/mm ²)	UZAMA (%)				DÖKÜM ALMA SICAKLIĞI	ÇİL BOYUTU (mm)											
150-200	200-300						1450-1470												
DİĞER ŞARTLAR (ERGİTME):																			
PLAN NO.	YAYIN TARİHİ	REVİZYON NO.	REVİZYON TARİHİ	HAZIRLAYAN	ONAYLAYAN														

Şekil 3.11 Döküm Proses Planı Örneği [24]

3.7.KALIPLAMA PLANI

Şekil 3.12’de kalıplama planı örneği görülmektedir.

KALIPLAMA PLANI			KALIPLAMA PLANI	
KALIPLAMA ŞARTLARI			MAÇA ROBOT ŞARTLARI	
PARAMETRE ADI	BİRİM	SET DEĞERLERİ	PARAMETRE ADI	SET DEĞERLERİ
PP Plaka Kalınlığı (B)	mm	40	Maça Yerleşim Modu Seçimi	CSE
PP Model Yüksekliği (Q)	mm	80	Maskta Maçasız Vakum Seviyesi	0
SP Model Plaka Kalınlığı (A)	mm	20	Maskta Maçalı Vakum Seviyesi	0
SP Model Yüksekliği (P)	mm	30	Aşama 1 - Çapraz Hız	50
Minimum Isıtıcı Plaka Mesafesi (V)	mm	190	Aşama 2 - Götürücü Silindir İleri Basıncı	5
Kamarada Kalıp Konumu Düzeltme	mm	0	Aşama 3 - Maça Yerleştirme Basıncı	5
Operasyon 3A Sonu Konum Düzeltmesi	mm	0	Aşama 3 - Maça Yerleştirme Süresi	2
Kum Üfeme Basıncı	Bar	1-2	Götürücü Silindir Geri Basıncı	6
Kum Üfeme Süresi Düzeltmesi	sn	2-4		
Kum Bunkerindeki Kum Seviyesi	%	85-95		
Sıkıştırma Basıncı	kp/cm ²	09.Kas		
Uzatmalı Sıkma Süresi	sn	0		
Kompresibilite (min. - max.)	%	35-45		
Gecikmeli SP Sıkma	%	0		
Operasyon 3A Seçimi	----	Hayır		
PP Sıyırılma İvmesi	cm/sn ²	1,00		
PP Sıyırılma Mesafesi	mm	0		
SP Sıyırılma İvmesi	cm/sn ²	2,00		
SP Sıyırılma Mesafesi	mm	3		
Kalıp Kapama Basıncı	kp	2500-3000		
Kalıp Kapama Düzeltmesi	mm	01.Şub		
Uzatmalı Kalıp Tutma Süresi	sn	0		
Nominal Kalıp Kalınlığı Düzeltmesi	mm	120-180		
OTOMATİK OCAK DÖKÜM ŞARTLARI			DÖKÜM VE AŞILAMA ŞARTLARI	
Initial Pour Speed (Başlangıç Döküm Hızı)	---	0,7-0,8	PARAMETRE ADI	SET DEĞERLERİ
Initial Cup Level [%] (Yolluk Kafası Başlangıç Seviyesi)	%	45-55	Döküm Sıcaklığı (C°)	1400-1400
Final Level Control [%] (Yolluk Kafası Son Seviyesi)	%	80-85	Döküm Süresi (sn) :	6-8
Pour Level Control (Döküm Seviye Kontrolü)	----	2-2,1	Aşılama Cihazı Set Değeri (gr/s):	3
End of Pour Level Control (Döküm Sonu Kontrolü)	----	3-3,3	% Aşılama Oranı :	0,02
Request Pour Time [sn] (İstenen döküm süresi)	sn	6-8	Aşılama Cinsi:	-
			DİĞER ŞARTLAR :	

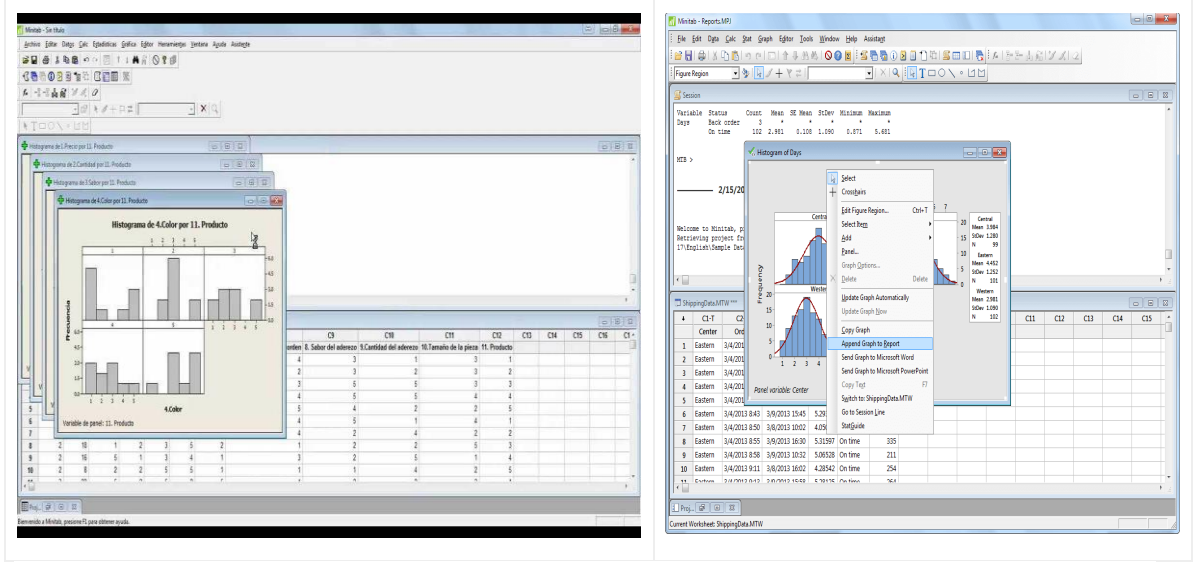
Şekil 3.12 Kalıplama Planı Örneği [24]

BÖLÜM 4

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

4.1 MINITAB PROGRAMI

Microsoft Windows işletim sisteminde kullanılan ve kolon bazlı çalışan bir istatistiksel yazılımdır. Başta Altı sigma olmak üzere endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Temel olarak oturum penceresi, çalışma sayfaları, grafik pencereleri gibi alt bileşenlerden oluşmaktadır. Minitab'ın oldukça dolu bir kaynakçası mevcuttur. [25] Minitab bir istatistik yazılımıdır. Yaşadığımız birçok olay değişken ve tesadüfidir ve bu değişkenlerin analizinde istatistiksel araçlardan yararlanır. Minitab, 1972 yılında istatistik eğitimi veren akademisyenlere yardımcı olmak amacıyla tasarlanmış bir programdır. Zamanla işletme verilerinin analizinde kullanılmaya başlanmıştır. Böylece işletmelerin sunduğu ürün ve hizmetlerin kalitesinin iyileştirmesi de hedeflenmiştir. Minitab programı “Yalın 6 Sigma” proje uygulamalarında kullanılan en önemli yazılımlardan biridir. Şekil 4.1’de Minitab programının ekran görüntüsüne bir örnek verilmiştir.



Şekil 4.1 Minitab Ekran Görüntüsü [25]

İSTATİSTİKSEL METODLAR

Kapsamlı Temel İstatistikler

İstatistikler, normalizasyon testleri, hipotez testleri, güç ve numune sayısı gibi temel birçok istatistiksel aracı içerir.

İstatistiksel Proses Kontrol (IPK)

Geniş, kapsamlı ipk araç seti, pareto şemaları, nicel, nitel ve çoklu kontrol grafikleri vs. ile karmaşık verileri analiz eder ve süreçle alakalı sorunları tanımlayıp çözer.

Ölçüm Sistemi Analizleri

Kapsamlı Gage R&R araçları ile değişkenlik kaynaklarını tanımlar ve ölçüm sisteminizden emin olur.

Deney Tasarımı (DOE)

DOE araç seti ile süreç girdilerinizin etkisini sayısallaştırır ve çıktılarınız için matematiksel modeller oluşturur.

Güvenilirlik Analizleri

Sansürlü veya sansürsüz verilerinizi kullanarak ürünlerinizin ve süreçlerinizin güvenilirliğini sayısallaştırır

4.2 P DEĞERİ (P-VALUE)

P (Probability: Olasılık) değeri istatistiksel anlamlılığın varlığının ve varsa da var olan farklılığın kanıtının düzeyinin belirlenmesi amacı ile kullanılan bir değerdir. Her istatistiksel testin sonucunda kullanılan test istatistiğine ait bir P değeri hesaplanır. Bu P değeri “ilgili hipotez testi sonucunda anlamlı fark vardır” denileceği durumda hatalı karar verme olasılığının ne olduğunu gösterir. Her ne kadar P değerinin 0.05 den küçük olması literatürde “istatistiksel olarak anlamlı” kabul edilse de araştırmacının isteğine göre 0.01 olarak da kabul edilebilir. [26] P değerinin nasıl yorumlanmasındaki genel yaklaşım Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1 P değerinin yorumlanması[26]

P değeri	Yorumu
$0.01 \leq p < 0.05$	İstatistiksel anlamlılık
$0.001 \leq p < 0.01$	Yüksek düzeyde istatistiksel anlamlılık
$p < 0.001$	Çok yüksek istatistiksel anlamlılık
$0.05 \leq p < 0.10$	Anlamlılık eğilimi (sınırdan anlamlılık)
$p > 0.10$	Fark tesadüften ileri gelmiştir (istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır)

P değeri, genellikle paket programlarda “Sig.” kısaltması ile ifade edilir. Burada “Sig.” “significance: anlamlılık” kelimesinin kısaltılmış halidir. Sonuçları raporlarken dikkat edilmesi gereken bir başka nokta p değerini ≤ 0.05 ya da > 0.05 vermek yerine tam değerini vermek en doğrusudur. [26] Bir sonucun istatistiksel anlamlılığı örneklemden gözlemlenen ilişki (değişkenler arasında) veya farklılığın (ortalamalar hakkında) sadece şans eseri (luck of the draw) oluşması ihtimalidir ve bu örneğin seçildiği popülasyonda bu tip bir ilişki veya farklılık bulunmamaktadır. Daha doğrusu, bir sonucun istatistiksel anlamlılığı bize sonucun doğru (popülasyonu temsil etmesi bakımından) olarak kabul edilme derecesini söyler. P-değeri küçüldükçe, bulguların geçerli olma olasılığı o derecede artar. P değeri gözlemlenen sonucumuzun geçerli olduğu görüşünü, yani sonucun “popülasyonu temsilcisi” olduğunu içeren hata ihtimalini gösterir. Örnek verecek olursak eğer p değeri 0.05 ise (mesela 1/20), değişkenler arasındaki ilişkinin şans eseri olma ihtimali % 5’tir (Yani değişkenler arası ilişki % 95 oranında şans eseri

değildir). Birçok araştırma alanında 0.05’lik bir p-değeri kabul edilebilecek sınır hata seviyesi olarak alınmıştır. [27] Sonuçların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için P değeri kullanılır. Bir hipotez testi yaptığımızda, yoğunlaşılması gereken çıktının kilit noktası P-değeridir. [28]

4.3.DENEYSEL YAPILAN İŞLEMLER

Bu çalışmada, öncelikle Weisser işleme tezgâh operatörü uçların ömürlerinin tek tek raporlanmıştır. Bunu yaparken bir adet uçla kaç adet parça işlendiğini, işleme yapılan tarihi, işlenen parçanın döküm tarihi yazılmıştır. Daha sonra hangi tip uçla (CBN ve Seramik) hangi işlemenin yapıldığı belirlenip sınıflandırılmıştır. Sonra ilgili döküm tarihindeki kimyasal analizler sistemden çekilmiştir. Spectrometre ve Leco cihazında yapılan her analiz tek tek sisteme yüklenmiştir. Bunlar Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2 Spectro analiz cihazında ölçülebilen elementler

S	C	Si	Mn	P	Cr	Cu	Sn	Mg	Mo	Ni	V	Ti	Al	B	Bi	La	Ce	FE
---	---	----	----	---	----	----	----	----	----	----	---	----	----	---	----	----	----	----

Daha sonra (CBN ve Seramik) uç ile işlenen her adedin karşısına kimyasal analiz sonuçları yazılmış ve değerlendirme yapılmıştır. Önce CBN uç için ilişkilere bakılmış ve veriler Tablo 4.3’de gösterildiği gibi birleştirilmiştir.

Tablo 4.3 Verisi alınan döküm tarihlerindeki analiz değerleri tablosu

İşlenen Adet	Döküm Tarihi	İşleme Tarihi	Yaşlandırma süresi	Uç Tipi	Sülfür Leco	Karbon Leco	Si	Mn	P	Cr
522	10.06.2014	17.07.2014	37	CBN	0,0916	3,2797	2,255	0,517	0,039	0,079
690	10.06.2014	18.07.2014	38	CBN	0,0916	3,2797	2,255	0,517	0,039	0,079
123	10.06.2014	18.07.2014	38	CBN	0,0916	3,2797	2,255	0,517	0,039	0,079
2941	24.06.2014	19.07.2014	25	CBN	0,1023	3,317	2,258	0,536	0,035	0,08
1248	24.06.2014	21.07.2014	27	CBN	0,1023	3,317	2,258	0,536	0,035	0,08
1770	02.07.2014	22.07.2014	20	CBN	0,0967	3,2871	2,493	0,332	0,038	0,049
809	02.07.2014	23.07.2014	21	CBN	0,0967	3,2871	2,493	0,332	0,038	0,049
916	08.07.2014	23.07.2014	15	CBN	0,0842	3,3196	2,228	0,499	0,039	0,08
320	08.07.2014	23.07.2014	15	CBN	0,0842	3,3196	2,228	0,499	0,039	0,08

Bu tablo Minitab istatistiksel analiz programına yüklenerek parametrelerin birbiriyle olan ilişkileri incelenmiştir. Önce Stat, regression–regression, fit regression model sekmesine girilip responses-çıktı- işleme adedi ve continuous predictors-girdi- analiz parametreleri ve yaşlandırma süreleri tek tek eklenmiştir. Storage sekmesinden fits kutucuğu işaretlenip çalıştırılmış ve alttaki sonuç tablosu elde edilmiştir. Tablo 4.4’de CBN uç için parametrelerin birbiriyle olan ilişkileri gösterilmektedir.

Tablo 4.4 CBN uç için parametrelerin birbiriyle olan ilişkileri

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
626,097	36,28%	27,51%	6,95%

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	-9454	12724	-0,74	0,459	
Yaşlandırma süresi	8,80	4,67	1,88	0,062	3,51
Sülfür Leco	18896	12544	1,51	0,134	2,77
Karbon Leco	2041	4170	0,49	0,625	2,23
Si	51	3350	0,02	0,988	6,30
Mn	4640	4107	1,13	0,261	5,31
P	-11183	19045	-0,59	0,558	6,11
Cr	-9996	13225	-0,76	0,451	3,85
Cu	4220	2414	1,75	0,083	2,92
Sn	-23504	45145	-0,52	0,603	13,92
Mg	16711	72994	0,23	0,819	13,63
Mo	126452	150054	0,84	0,401	11,98
Ni	-12505	30974	-0,40	0,687	5,46
V	-37991	152666	-0,25	0,804	7,29
Ti	57965	71785	0,81	0,421	2,97
Al	7858	47912	0,16	0,870	5,23
B	1254921	1057648	1,19	0,237	4,82
Bi	-1246004	510058	-2,44	0,016	11,50
La	613866	353865	1,73	0,085	2,21
Ce	78002	56293	1,39	0,168	5,44

Regression Equation

$$\text{Adet} = -9454 + 8,80 \text{ Yaşlandırma süresi} + 18896 \text{ Sülfür Leco} + 2041 \text{ Karbon Leco} + 51 \text{ Si} \\ + 4640 \text{ Mn} - 11183 \text{ P} - 9996 \text{ Cr} + 4220 \text{ Cu} - 23504 \text{ Sn} + 16711 \text{ Mg} + 126452 \text{ Mo} - 12505 \text{ Ni} \\ - 37991 \text{ V} + 57965 \text{ Ti} + 7858 \text{ Al} + 1254921 \text{ B} - 1246004 \text{ Bi} + 613866 \text{ La} + 78002 \text{ Ce}$$

P-value 0.05’ten büyük olan tüm parametreler en yüksekten düşüğe doğru sadece 0.05’ten küçük olanlar kalana kadar tek tek silinip tekrar çalıştırılmıştır. Sırasıyla etkisi en az olandan en çok olana doğru atılan parametreler alttaki gibidir. Si -Al -V -Mg -Ni -C -Cr -Ti -Mo -Ce -Mn -Sn -Yaşlandırma -Cu -S -La Sonuç olarak P – B –Bi olmak üzere üç adet parametre kalmıştır. Tablo 4.5’te kalan üç parametre görülmektedir.

Tablo 4.5 CBN uç için P-Value< 0.05 olan parametreler

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
628,251	28,40%	27,01%	23,91%

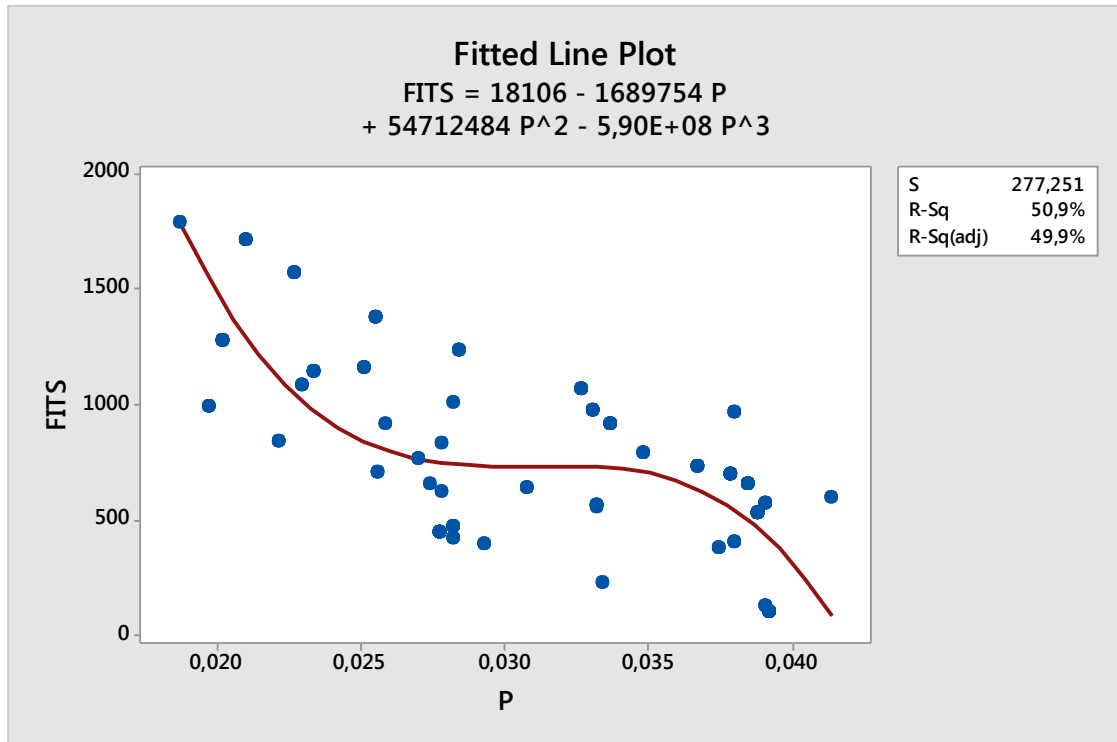
Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	1710	341	5,02	0,000	
P	-36853	8137	-4,53	0,000	1,11
B	1507215	526653	2,86	0,005	1,19
Bi	-935455	160121	-5,84	0,000	1,13

Regression Equation

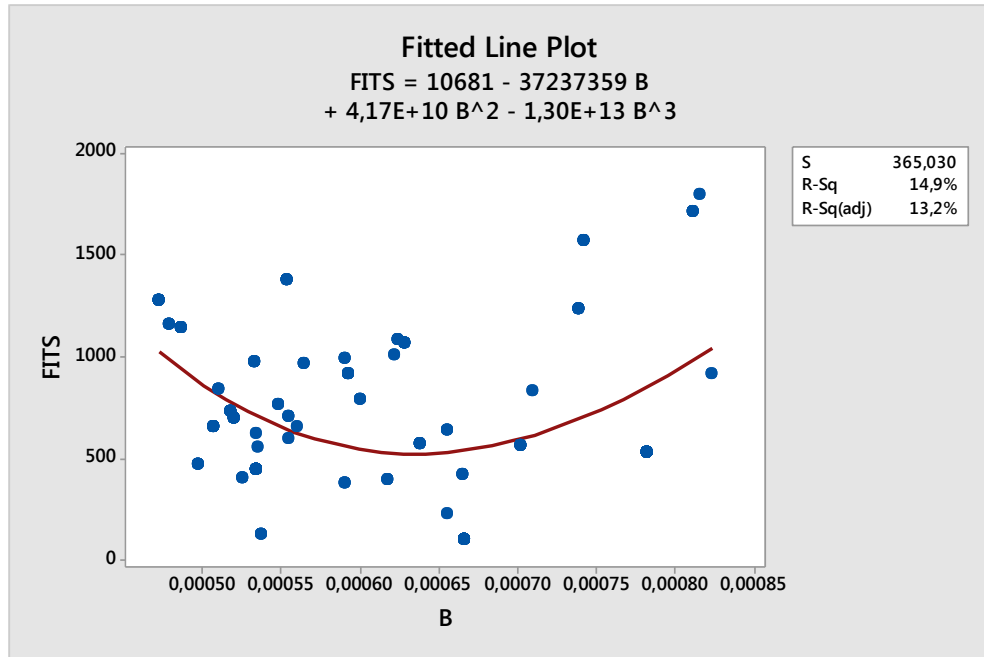
$$\text{Adet} = 1710 - 36853 P + 1507215 B - 935455 Bi$$

Fitted line plot seçilerek kalan 3 parametre için P – B –Bi grafik çizdirilir. Bunların Linear-Quadratic-Cubic olarak tek tek etkileri kontrol edilir. Şekil 4.2’de Fosforun işlenebilirliğe etkisi görülmektedir. Görüldüğü gibi P miktarının artmasıyla işlenebilen parça miktarında bir düşüş meydana geliyor. Bu grafiğin gücü %50 gibi önemli seviyelerdedir.



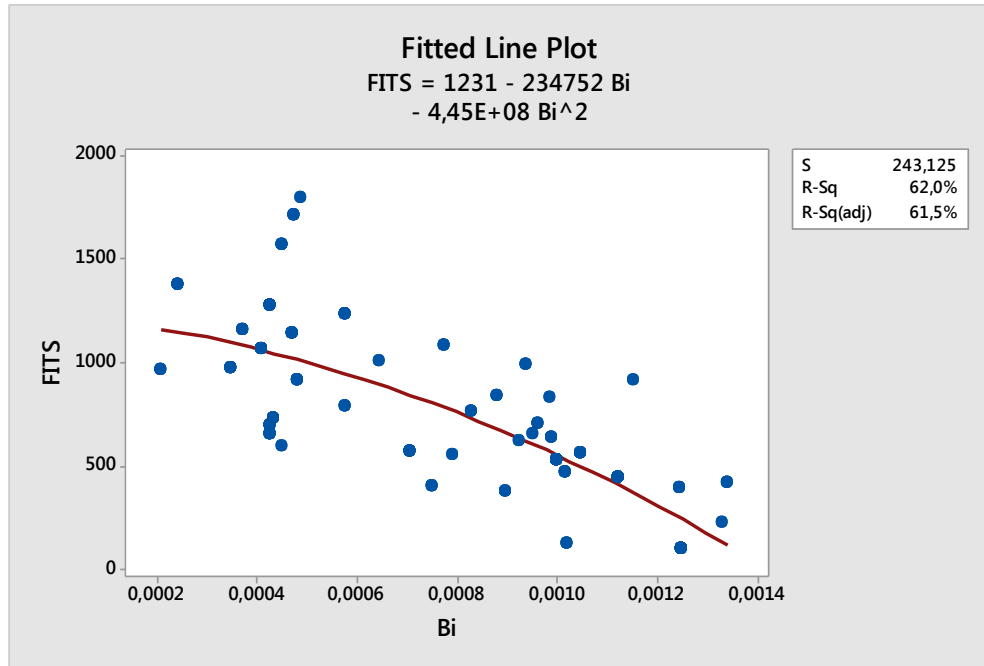
Şekil 4.2 Fosforun İşlenebilirliğe Etkisi

Şekil 4.3’de Bor’un işlenebilirliğe etkisi gösterilmektedir. Bor’un etkisinin ihmal edilebilecek seviyede olduğu görülmüştür.



Şekil 4.3 Bor’un İşlenebilirliğe Etkisi

Şekil 4.4’de Bizmutun işlenebilirliğe etkisi gösterilmektedir. Bizmutun da ters yönde bir etkisi mevcuttur. Yani yüksek bizmut miktarı parçaların işlenebilirliğini oldukça düşürmektedir. Bu grafiğin gücü % 62 gibi yüksek seviyelerdedir.



Şekil 4.4 Bizmutun İşlenebilirliğe Etkisi

Aynısını seramik uç için yaptığımızda, Öncelikle yine işlenen adet ve bunlara bağlı analiz tablosu oluşturulmuştur. Tablo 4.6’da verilerin birleştirilmiş hali gösterilmiştir.

Tablo 4.6 İlgili döküm tarihlerindeki analiz değerleri tablosu (Seramik Uç)

Adet	Döküm Tarihi	İşleme Tarihi	Yaşlandırma süresi	Uç Tipi	Sülfür Leco	Karbon Leco	Si	Mn	P	Cr
110	25.03.2015	11.04.2015	17	SERAMİK	0,094	3,2803	2,251	0,513	0,027	0,076
89	25.03.2015	11.04.2015	17	SERAMİK	0,094	3,2803	2,251	0,513	0,027	0,076
206	25.03.2015	11.04.2015	17	SERAMİK	0,094	3,2803	2,251	0,513	0,027	0,076
156	17.03.2015	05.05.2015	49	SERAMİK	0,088	3,2621	2,299	0,494	0,026	0,078
68	17.03.2015	05.05.2015	49	SERAMİK	0,088	3,2621	2,299	0,494	0,026	0,078
98	17.03.2015	05.05.2015	49	SERAMİK	0,088	3,2621	2,299	0,494	0,026	0,078
255	17.03.2015	06.05.2015	50	SERAMİK	0,088	3,2621	2,299	0,494	0,026	0,078
444	17.03.2015	06.05.2015	50	SERAMİK	0,088	3,2621	2,299	0,494	0,026	0,078
1008	31.03.2015	07.05.2015	37	SERAMİK	0,102	3,2935	2,269	0,466	0,02	0,075
280	31.03.2015	07.05.2015	37	SERAMİK	0,102	3,2935	2,269	0,466	0,02	0,075
347	06.05.2015	21.05.2015	15	SERAMİK	0,103	3,2831	2,253	0,482	0,028	0,08
345	06.05.2015	22.05.2015	16	SERAMİK	0,103	3,2831	2,253	0,482	0,028	0,08

Stat-regression-regression-fit regression model sekmesine girilip responses-çıktı-işleme adeti ve continuous predictors-girdi-analiz parametreleri ve yaşlandırma süreleri tek tek eklenmiştir. Storage sekmesinden fits kutucuğu işaretlenip çalıştırıldığında program az veriyle çok parametreyi ilişkilendirip değerlendirmeye alamadığından hata mesajı vermektedir. Bu nedenle CBN’de ilk önce silinen parametreleri (Si -Al -V -Mg -Ni) burada da silip program o şekilde çalıştırılmıştır. Tablo 4.7’de seramik uç için parametrelerin birbiriyle olan ilişkileri ortaya çıkmaktadır.

Tablo 4.7 Seramik uç için parametrelerin birbiriyle olan ilişkileri

S R-sq R-sq(adj) R-sq(pred)
129,601 45,26% 37,03% 0,00%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	45376	57601	0,79	0,433	
Yaşlandırma süresi	26,75	8,43	3,17	0,002	51,78
Sülfür Leco	34608	17419	1,99	0,050	51,76
Karbon Leco	-27996	26581	-1,05	0,295	867,33
Mn	17599	13298	1,32	0,189	635,35
P	-331362	261227	-1,27	0,208	4729,67
Cr	164193	113059	1,45	0,150	6409,91
Cu	-57122	43044	-1,33	0,188	6212,56
Sn	535746	382633	1,40	0,165	4557,90
Mo	-802211	577575	-1,39	0,168	2712,82
Ti	629157	537180	1,17	0,245	2584,86
B	1545078	1156796	1,34	0,185	64,75
Bi	3979000	2838460	1,40	0,164	1794,10
La	-6959578	5026385	-1,38	0,169	2960,52
Ce	166446	80508	2,07	0,041	78,15

Regression Equation

Adet = 45376 + 26,75 Yaşlandırma süresi + 34608 Sülfür Leco - 27996 Karbon Leco + 17599 Mn
- 331362 P + 164193 Cr - 57122 Cu + 535746 Sn - 802211 Mo + 629157 Ti + 1545078 B
+ 3979000 Bi - 6959578 La + 166446 Ce

P-value 0.05'ten büyük olan tüm parametreler en yüksekten düşüğe doğru sadece 0.05'ten küçük olanlara kalana kadar tek tek silinip tekrar çalıştırılmıştır. Sırasıyla etkisi en az olandan en çok olana doğru atılan parametreler C-B-Sn-Cu-S-Ti-Mn, geriye kalan parametreler ise Yaşlandırma-P-Cr-Mo-Bi-La-Ce olmuştur. Tablo 4.8'de kalan parametreler gösterilmiştir.

Tablo 4.8 Seramik uç için P-Value < 0.05 olan parametreler

Model Summary

S R-sq R-sq(adj) R-sq(pred)
130,154 40,64% 36,49% 22,95%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	-98	314	-0,31	0,755	
Yaşlandırma süresi	9,38	2,23	4,20	0,000	3,60
P	-15777	4315	-3,66	0,000	1,28
Cr	10719	2337	4,59	0,000	2,72
Mo	-57730	15835	-3,65	0,000	2,02
Bi	263244	94031	2,80	0,006	1,95
La	-760067	127547	-5,96	0,000	1,89
Ce	46402	15974	2,90	0,005	3,05

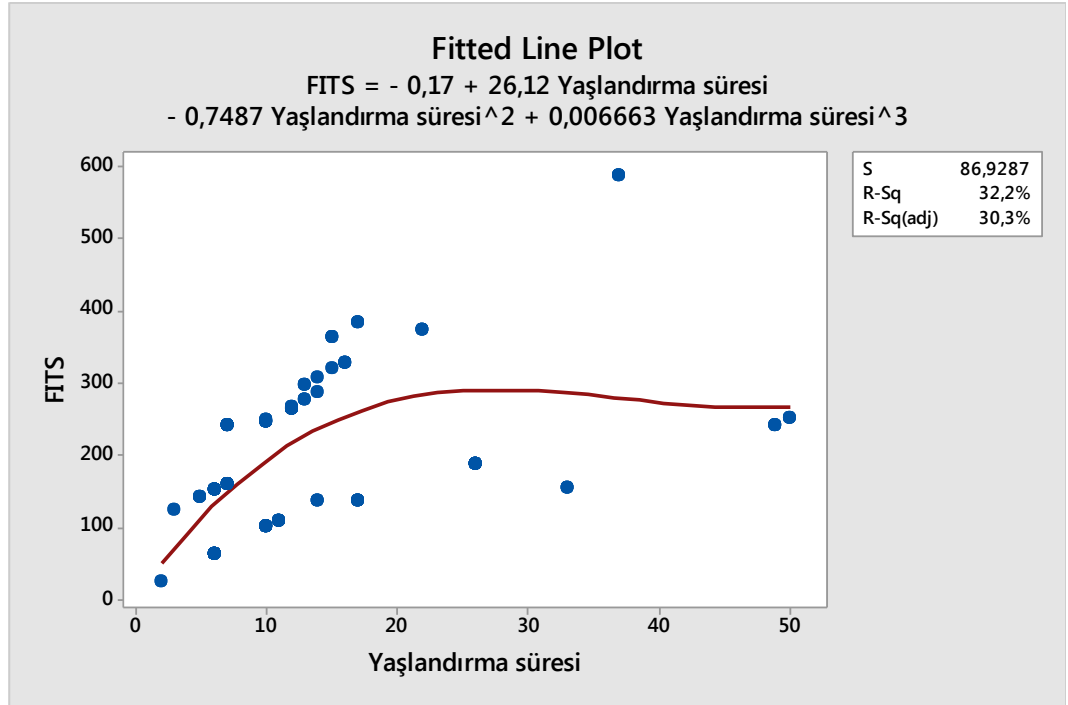
Regression Equation

Adet = -98 + 9,38 Yaşlandırma süresi - 15777 P + 10719 Cr - 57730 Mo + 263244 Bi - 760067 La
+ 46402 Ce

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

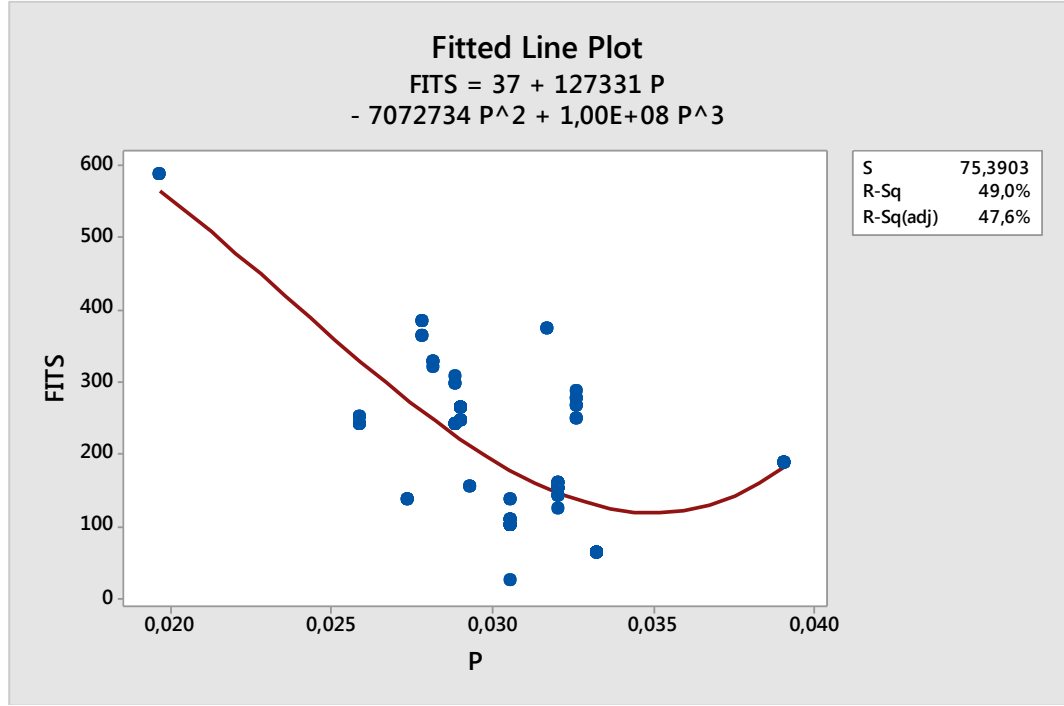
Obs	Adet	Fit	Resid	Std Resid	R	X
9	1008,0	587,0	421,0	3,83		

Fitted line plot seçilerek kalan 7 parametre için Yaşlandırma-P-Cr-Mo-Bi-La-Ce grafik çizdirilmiş bunlar Linear-quadratic-cubic olarak tek tek etkileri kontrol edilmiştir. Değerlendirmeyi bozan değerler olduğunda brush seçilerek değerlendirmeden çıkartılmıştır. Şekil 4.5'de Yaşlandırmanın işlenen uç miktarıyla ilişkisi gösterilmektedir. Grafikten, yaşlandırma süresinin işlenen parça sayısına doğru orantılı bir etkisi olduğu görülmüştür. Artan yaşlandırma süresi aynı kesici uçla daha fazla parça işlenmesini sağlamaktadır.



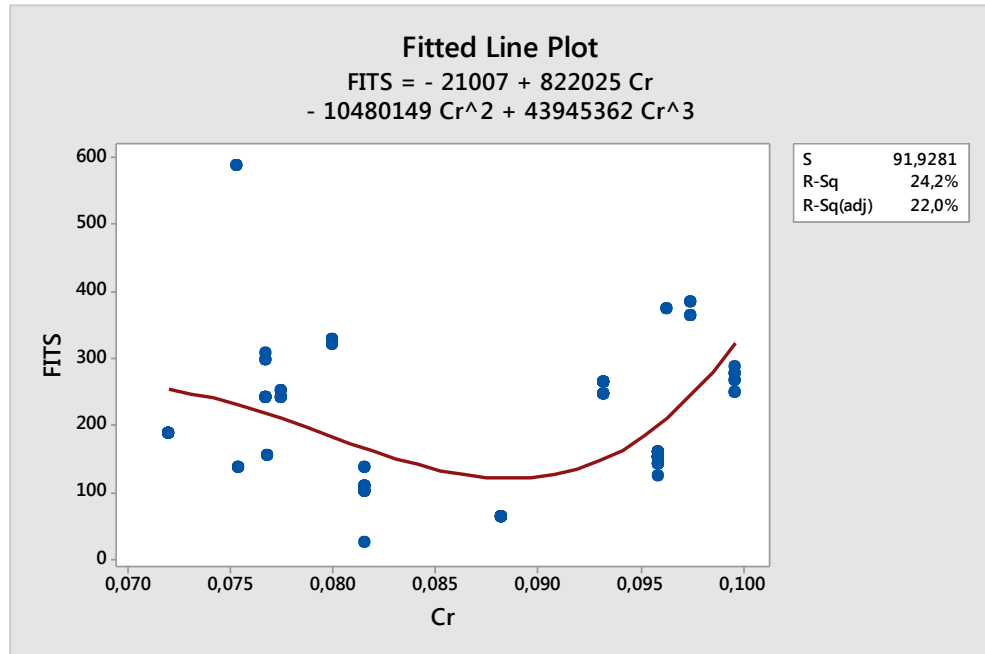
Şekil 4.5 Yaşlandırmanın İşlenen parça miktarıyla ilişkisi

Şekil 4.6'da Fosforun işlenen parça miktarıyla ilişkisi gösterilmektedir. Fosfor miktarı arttıkça işleme performansının düştüğü görülmüştür. Fosfor'un etkisi ihmal edilemeyecek düzeydedir.



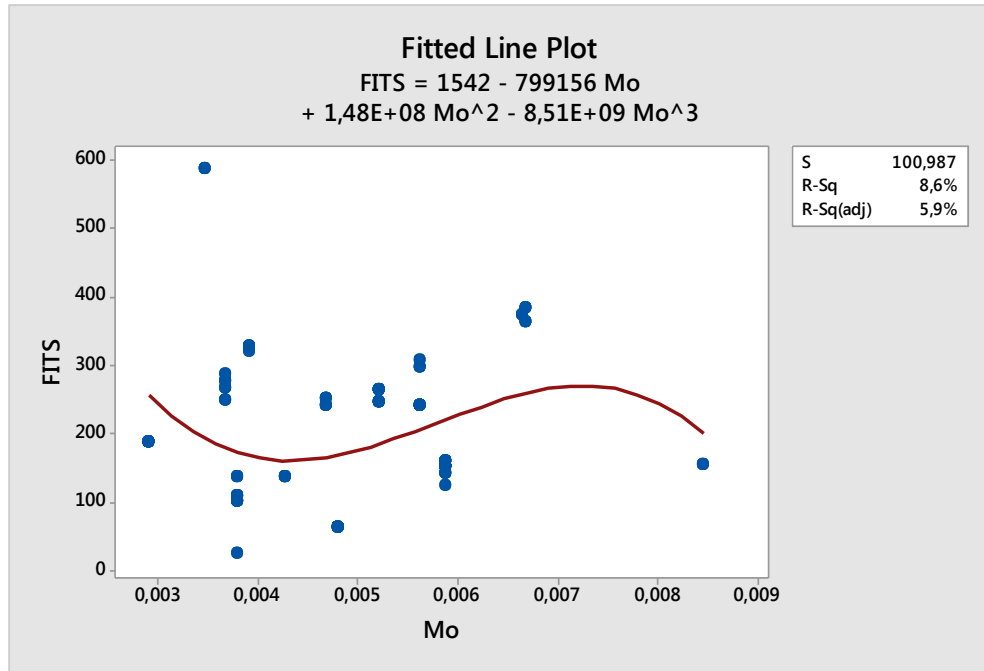
Şekil 4.6 Fosforun İşlenen parça miktarıyla ilişkisi

Şekil 4.7’de Kromun işlenen parça miktarıyla ilişkisi gösterilmektedir. Kromun etkisinin ihmal edilebilecek seviyede olduğu görülmüştür.



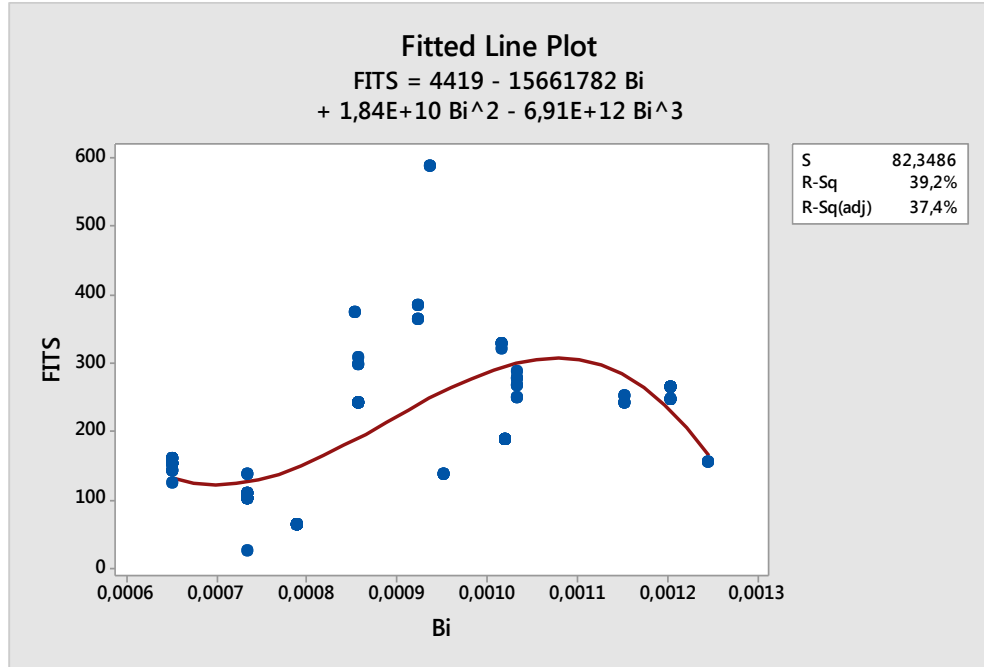
Şekil 4.7 Kromun İşlenen parça miktarıyla ilişkisi

Şekil 4.8’de Molibdenin işlenen uç miktarıyla ilişkisi gösterilmektedir. Molibden’in etkisinin ihmal edilebilecek seviyede olduğu görülmüştür.



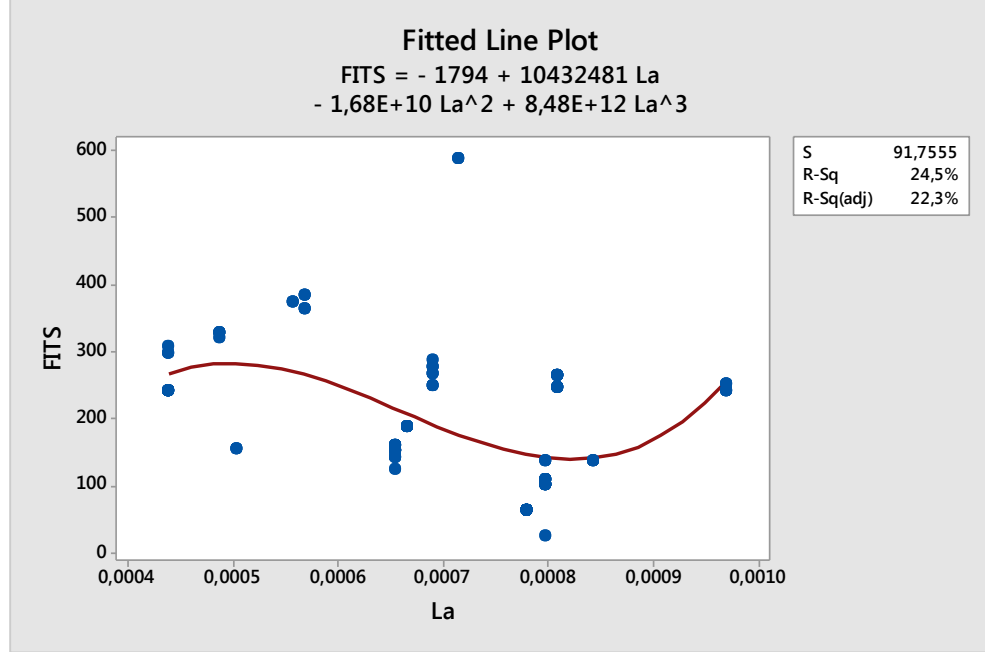
Şekil 4.8 Molibdenin İşlenen parça miktarıyla ilişkisi

Şekil 4.9’da Bizmutun işlenen parça miktarıyla ilişkisi gösterilmektedir. Grafiğe göre Bizmutun maximum seviyelerde daha iyi sonuç verdiği görülmektedir.



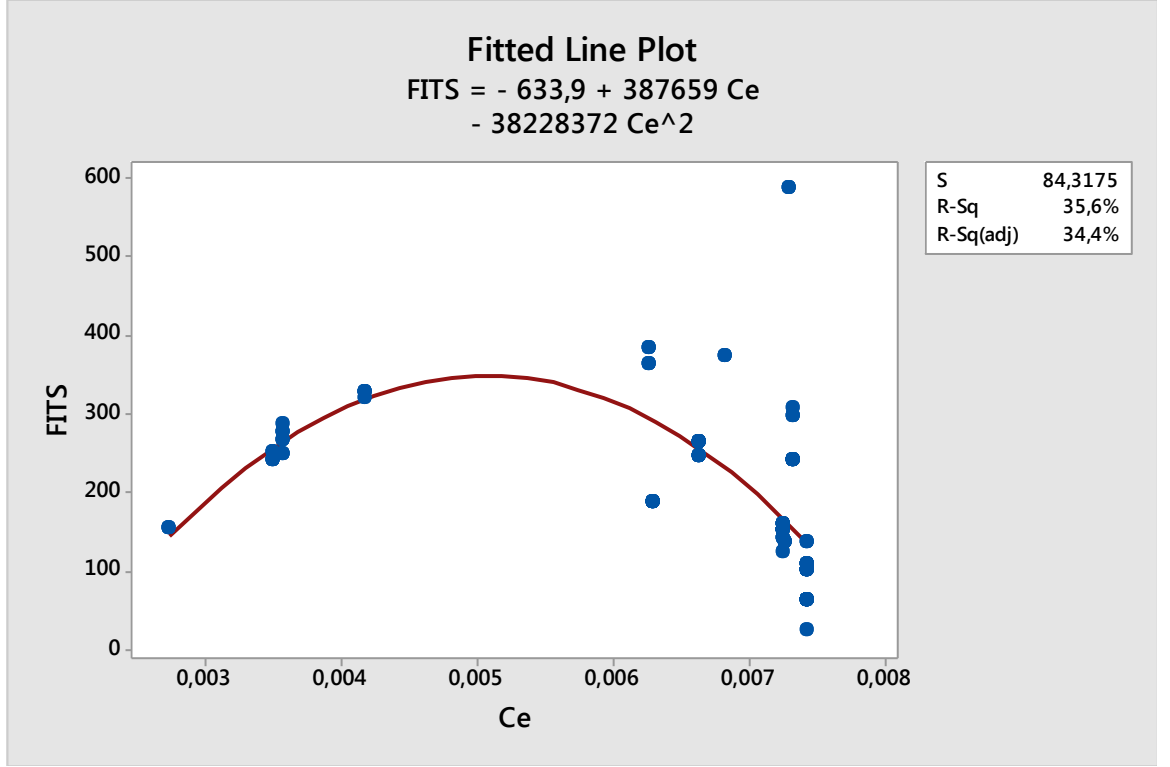
Şekil 4.9 Bizmutun İşlenen parça miktarıyla ilişkisi

Şekil 4.10 Lantanın işlenen uç miktarıyla ilişkisi gösterilmektedir. Lantan'ın etkisinin ihmal edilebilecek seviyede olduğu görülmüştür.



Şekil 4.10 Lantanın İşlenen parça miktarıyla ilişkisi

Şekil 4.11'de Seryumun işlenen parça miktarıyla ilişkisi gösterilmektedir. Seryum'un etkisinin ihmal edilebilecek seviyede olduğu görülmüştür.



Şekil 4.11 Seryumun İşlenen parça miktarıyla ilişkisi

Nitel-Nicel Olarak Parametrelerin Değerlendirilmesi

Stst ANOVA-general linear model tabından,

Responses = adet

Factor = nitel = firma = uç tipleri

Covariates = Nicel = Si – Mn – Yaşlandırma – S – Cu – Sn gibi tüm parametreler ile çalıştırıldığında elde edilen değerlendirme sonucu Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9 Her iki uç için ilgili döküm tarihlerindeki analiz değerleri tablosu

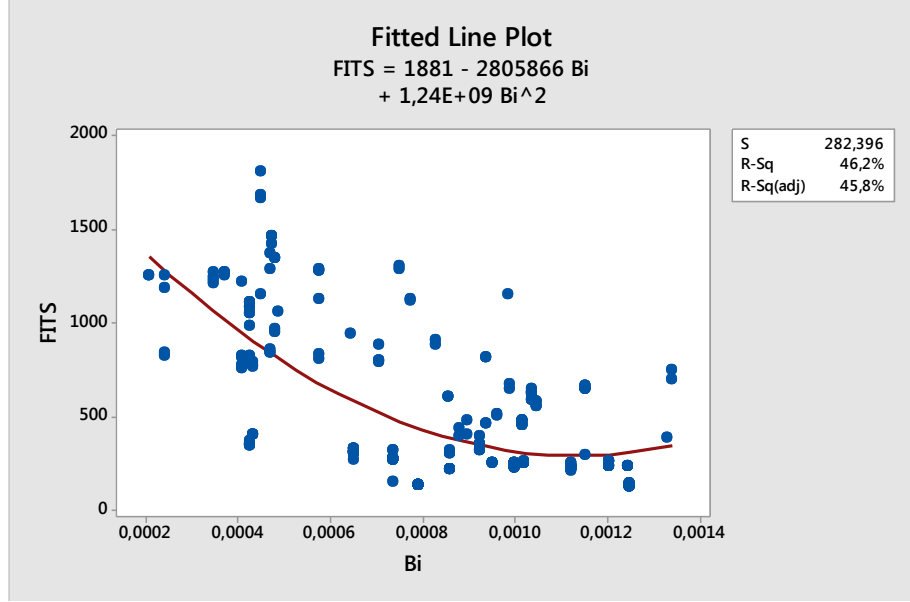
Model Summary						
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)			
489,202	44,42%	39,88%	28,09%			
Coefficients						
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF	
Constant	-5175	8397	-0,62	0,538		
Yaşlandırma süresi	10,75	3,20	3,36	0,001	4,25	
Sülfür Leco	18758	7695	2,44	0,016	2,48	
Karbon Leco	2674	2662	1,00	0,316	2,23	
Si	-2147	2090	-1,03	0,305	5,44	
Mn	3120	2516	1,24	0,216	4,94	
P	-781	12192	-0,06	0,949	4,86	
Cr	-8084	6981	-1,16	0,248	4,01	
Cu	2434	1461	1,67	0,097	2,26	
Sn	-25847	25565	-1,01	0,313	9,14	
Mg	19458	42675	0,46	0,649	8,41	
Mo	21365	79273	0,27	0,788	9,25	
Ni	3236	18684	0,17	0,863	7,09	
V	-14882	90510	-0,16	0,870	5,83	
Ti	-15348	44376	-0,35	0,730	3,57	
Al	-6881	27418	-0,25	0,802	3,26	
B	176649	506896	0,35	0,728	2,70	
Bi	-526214	213251	-2,47	0,014	4,13	
La	457683	236892	1,93	0,055	2,08	
Ce	38612	29532	1,31	0,192	7,59	
FİRMA						
CBN	186,1	59,9	3,11	0,002	3,85	
Regression Equation						
FİRMA						
CBN	Adet = -4989 + 10,75 Yaşlandırma süresi + 18758 Sülfür Leco + 2674 Karbon Leco - 2147 Si + 3120 Mn - 781 P - 8084 Cr + 2434 Cu - 25847 Sn + 19458 Mg + 21365 Mo + 3236 Ni - 14882 V - 15348 Ti - 6881 Al + 176649 B - 526214 Bi + 457683 La + 38612 Ce					
SERAMİK	Adet = -5361 + 10,75 Yaşlandırma süresi + 18758 Sülfür Leco + 2674 Karbon Leco - 2147 Si + 3120 Mn - 781 P - 8084 Cr + 2434 Cu - 25847 Sn + 19458 Mg + 21365 Mo + 3236 Ni - 14882 V - 15348 Ti - 6881 Al + 176649 B - 526214 Bi					

P-value <0.05 sonrası Yaşlandırma-S-Cu-Sn-Bi parametreleri kalmıştır. Tablo 4.10'da kalan parametreler gösterilmiştir.

Tablo 4.10 Her iki uç için P-Value< 0.05 olan parametreler

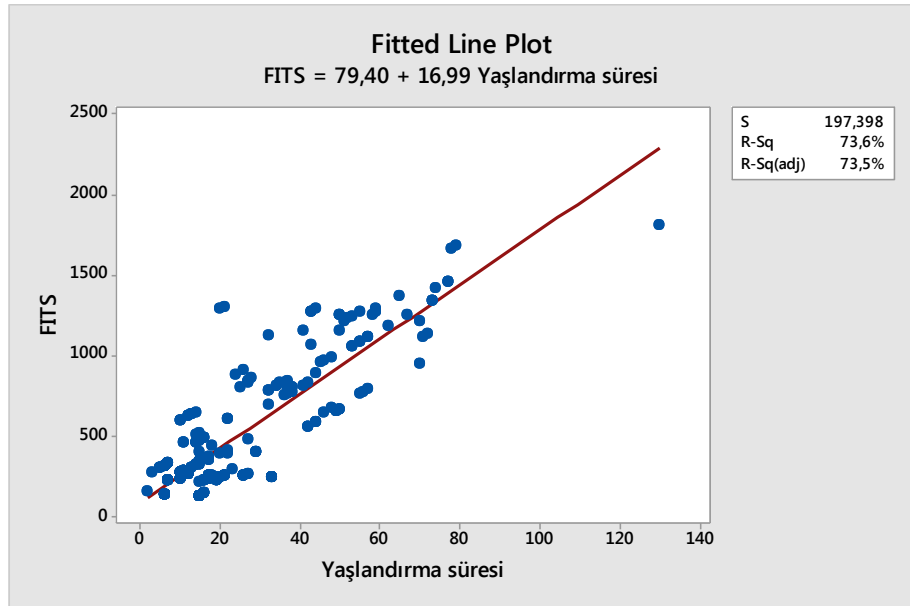
Model Summary					
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
490,899	40,83%	39,46%	36,29%		
Coefficients					
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	149	808	0,18	0,854	
Yaşlandırma süresi	9,90	1,99	4,98	0,000	1,64
Sülfür Leco	13949	5203	2,68	0,008	1,13
Cu	3688	1041	3,54	0,000	1,14
Sn	-21997	8972	-2,45	0,015	1,12
Bi	-397260	118803	-3,34	0,001	1,27
FİRMA					
CBN	152,9	37,1	4,13	0,000	1,46
Regression Equation					
FİRMA					
CBN	Adet = 302 + 9,90 Yaşlandırma süresi + 13949 Sülfür Leco + 3688 Cu - 21997 Sn - 397260 Bi				
SERAMİK	Adet = - 4 + 9,90 Yaşlandırma süresi + 13949 Sülfür Leco + 3688 Cu - 21997 Sn - 397260 Bi				

Şekil 4.12 Bizmutun işlenen parça miktarına etkisi gösterilmektedir. Bizmutun etkisinin önemli oranda olduğu gözükmektedir.



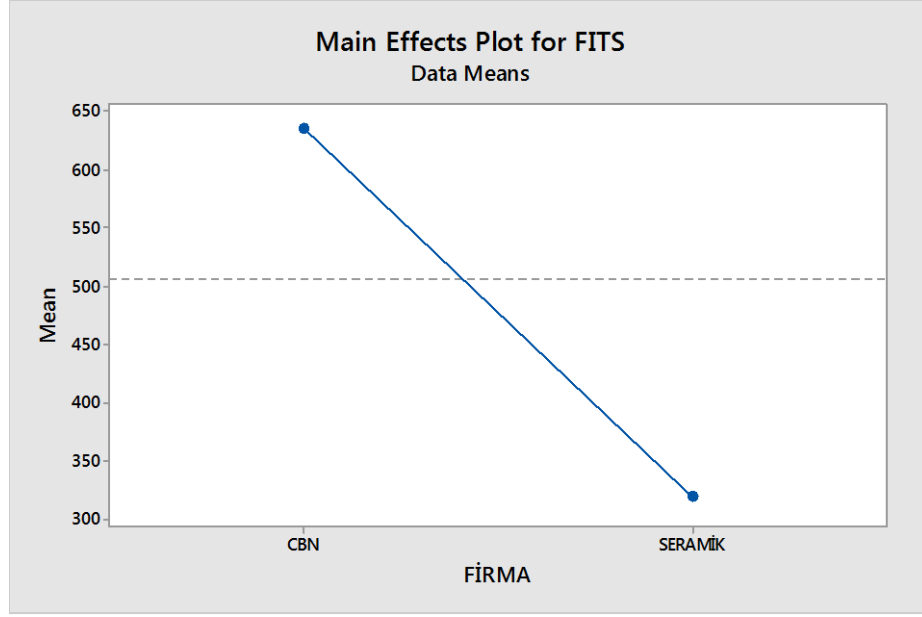
Şekil 4.12 Bizmutun Etkisi

Şekil 4.13 Yaşlandırmanın işlenen parça miktarına etkisi gösterilmektedir. Grafikten yaşlandırmanın etkisinin % 73 seviyelerinde önemli bir oranda olduğu görülmüştür.



Şekil 4.13 Yaşlandırmanın Etkisi

CBN ve Seramik uç arasındaki ilişki Şekil 4.14'te gösterilmiştir.



Şekil 4.14 CBN uçla Seramik uç arasındaki ilişki

BÖLÜM 5

SONUÇ

Yapılan tüm çalışma ve istatistiksel analizler, yaşlandırmanın işleme performansının üzerinde önemli bir etkinin bulunduğunu göstermektedir. Bunun yanında elementlerden bizmut ve fosforun da önemli etkileri olduğu ve her iki parametrenin değerlerinin artmasıyla kesici uç performansının düştüğü tespit edilmiştir.

Ergitme analiz planları hazırlanırken bu iki elementin kabul kriterlerinin içinde kalmak kaydıyla minimum değerlerde olması gerektiği görülmüştür.

Ayrıca sevkiyat ve döküm planları yapılırken, maksimum ürün karlılığı sağlanabilmesi için optimum seviyede yaşlandırma süresinin göz önünde bulundurulması gerektiği anlaşılmıştır.

KAYNAKLAR

1. T.C. MEB - Metalürji Teknolojisi - Gri (esmer) Dökme Demir, Ankara, 2011
2. <http://www.inductotherm.com.tr>
3. <http://www.disagroup.com/>
4. Akray İ., 2007, “Küresel Grafitli Dökme Demirlere Uygulanan Yüzey İşlemlerinin Aşınma Direncine Etkisinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü
5. Serhan Karaman, 2011, Küresel Grafitli Dökme Demirlerin (Ggg40, Ggg50, Ggg60,Ggg70) Üretim Sürecinin Ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne
6. Hughes I.C.H., Davis J.R., Ductile Iron. Cast Irons, 1996, ASM Int. Handbook Comitee
7. Özel A., 1994, “GGG40-80 Sınıfı Küresel Grafitli Dökme Demirlerde Östemperleme Isıl İşleminin Darbe Direnci ve Geçiş Sıcaklığına Darbe Etkisinin İncelenmesi”, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
8. Baydoğan M., 1996, “GGG60 Sınıfı Küresel Grafitli Dökme Demirde Östemperleme Isıl İşleminin Çekme, Yorulma Ve Aşınma Özelliklerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
9. <https://dokumhane.net/2015/01/03/lamel-grafitli-gri-dokme-demirde-bulunan-farkli-alasim-elementlerinin-etkileri/>
10. <http://www.biltek.tubitak.gov.tr/bilgipaket/periodik/kullanim5.html>
11. <http://www.thermoscientific.com/en/product/ar1-4460-optical-emission-spectrometer.html>
12. <http://www.mahr.com/tr>
13. <http://mitutoyo.com.tr>

14. http://www.zeiss.com.tr/industrial-metrology/tr_tr/ueruenler/sistemler/koeprue-tipi-cmm-ler/prismo-navigator.html
15. <http://selenmakine.com/blum>
16. www.bilgiustam.com
17. <http://www.sandvik.coromant.com>
18. Von L. Richards, (2012) “Aging of Graphitic Cast Irons and Machinability”
19. Von L. Richards, University of Missouri -Rolla (2003), “Age Strengthening of Gray Cast Iron”
20. <http://en.weisser-web.com/>
21. www.koumakina2001.8m.com
22. Kesici Takım Malzemeleri, U.Şeker, Gazi Üniversitesi
23. CBN Kaplama Teknolojisi ve Uygulamaları, Prof. Dr. Bilgin Kaftanoğlu, İmalat Mühendisliği Bölüm Başkanı, Atılım Üniversitesi, 2011, Ankara
24. Trakya Döküm San. Tic. A.Ş. Kalite Dökümanları
25. <http://www.sigmacenter.com.tr/>
26. İstatistik Sonuçlarının Yorumu: P Değeri ve Güven Aralığı Nedir? Seval Kul, Gaziantep Üni. Tıp Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı, Gaziantep, Türkiye
27. İstatistikteki Temel Tanımlar-2, Değişkenler Arası İlişkiler Neden Önemlidir ?, Mehmet Yalçın Parmaksız, 14 Eylül 2006
28. <http://www.minitab.com>

ÖZGEÇMİŞ

1982 Yılında Lüleburgaz 'da doğdu. İlkokulu Sakızköy İlk Öğretim Okulu'nda, orta ve lise eğitimini Lüleburgaz Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2005 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2006 yılında askerlik görevini tamamladı. 2007-2010 yıllarında Tekstil sektöründe Teknik Müdür olarak çalıştı. 2010'dan bu güne döküm sektöründe Mekanik Bakım Şefi olarak görev yapmaktadır. Evli ve 2 erkek çocuk babasıdır.