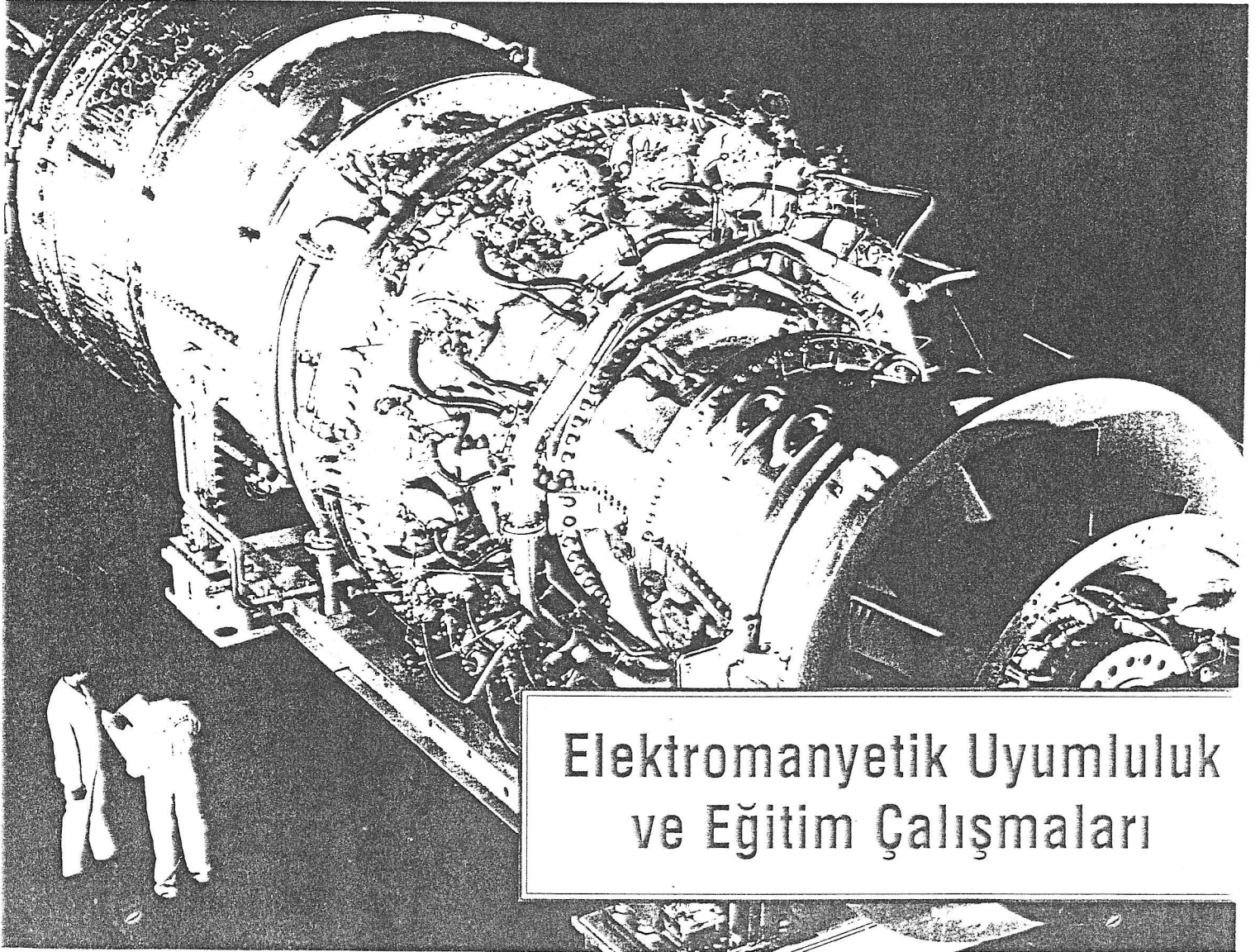




- › İndüksiyon Fırınlarının Analizi
- › Trafik Sinyalizasyonunda Diyotlar



Elektromanyetik Uyumluluk
ve Eğitim Çalışmaları

► Sahibi:	Bileşim Yayıncılık A.Ş. Adına Mustafa ÜSTÜN
► Genel Yayın Yönetmeni:	Dr. Müh. Halefşan SÜMEN
► Yazı İşleri Müdürü:	Elektronik Müh. İpek PORTAKAL
► Ürün Sorumlusu:	Raşit İÇYER
► Fotoğraf:	Baha BAL, Gökmen SÖZEN
► Kapak:	Uğur GÖR
► Tasarım ve Uygulama:	Ertan İRGİN
► Grup Satış Müdürü:	Funda BİLGİN ERKÖTÜZ
► Reklam Müdürü:	Hacer YILMAZER KALAFATLAR
► Reklam Grubu:	Ziya ALKAN
► Abone Servisi:	Hülya KULUNYAR
► Renk Ayırım ve Baskı:	BİLEŞİM MATBAACILIK A.Ş.

© Tüm yayın hakları BİLEŞİM YAYINCILIK A.Ş.'ye ait olup yazılar iktibas edilemez.

◆ Tüm reklamların sorumluluğu firmalara, yazılardaki ve söyleşilerdeki görüşler sahiplerine aittir.

SEKTÖREL YAYINCILAR DERNEĞİ Üyesidir.



► Genel Müdür:	Mustafa ÜSTÜN
► Genel Koordinatör:	N.Nezih KAZANKAYA
► Pazarlama ve İletişim Md:	Gül ÜSTÜN
► Muhasebe Müdürü:	Şengül ÖCAL

► Merkez Yönetim Adresi:	Asariye Cad. Çitlenbik Sk. No: 38 34349 Çırağan/İSTANBUL Tel: (212) 227 25 65(Pbx) Fax: (212) 258 45 24
► E-mail:	3e@bilesim.com.tr
► Web:	www.bilesim.com.tr
► Ankara Şube:	Ayşim KOŞAR KARSU Serhat ÖZBAY Mahatma Gandhi Cad. 90/8 Gazi Osman Paşa-Ankara Tel: (312) 447 53 21 447 53 02 Fax: (312) 437 20 96
► E-mail:	ankara@bilesim.com.tr

► Akademik Hakem Kurulu:

Doç. Dr. Adnan KAYPMAS (İTÜ)
Prof. Dr. Bülent EKER (TÜ)
Yrd. Doç. Dr. Caner AKÜNER (MÜ)
Yük. Müh. Hüseyin ÖNAL
Doç. Dr. İsmail H. ALTAŞ (KTÜ)
Yük. Müh. İsa İLİSU
Doç. Dr. Koray TUNÇALP (MÜ)
Mahir AYDIN (ONTARIO POWER GENERATION)
Prof. Dr. Nurdan GÜZELBEYOĞLU (İTÜ)
Doç. Dr. Özcan KALENDERLİ (İTÜ)
Yrd. Doç. Dr. Reşit ERÇETİN
Prof. Dr. Semra ÖZTÜRK (KÜ)
Prof. Dr. Tamer KUTMAN (CONTROL TECHNIQUES)

► Sektörel Danışma Kurulu:

Alparslan OK (EAE)
Arif KÜNAR (KEY A.Ş.)
A. Tarık UZUNKAYA (ENTES)
Bülent BİBER (KLAS KABLO)
Cahit ARAL (SIEMENS)
Cahit DURMAZ (Vİ-KO)
Emin SARIKUŞ (DİZAYN GRUP)
Fikret SOKOLLU (SEW EURODRIVE)

Gökhan AKMAN (AMPER ELEKTRİK)
Hakkı LUŞ (ÜNAL KARDEŞ)
Hüseyin DENİZ (NETES)
Hüseyin Mehmet AĞACAN (ELİMSAN)
İsmail AVCI (KOJEN)
Kamuran Suat ALTILAR (ALKA-A.Ş.)
Kaya TÜTENGİL (SIEMENS)
Mehmet Ali KEÇİCİLER (SCHNEIDER ELECTRIC)
Mehmet ÖZER (TUNÇMATİK)
Müzekka DAMGACIOĞLU (DAMEKS)
Mustafa ERDOĞAN (FEDERAL ELEKTRİK)
Nurhan GAZER (TEMPA PANO)
Okay ÖZDEMİR (HES KABLO)
Orhan ERSEN (SCHNEIDER ONURSAL BŞK)
Olgun PAJİK (KALE PAZARLAMA)
Osman ŞAHİN (SCHNEIDER ELECTRIC)
Sedat DUMAN (ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş.)
Selahattin HAKMAN (SIEMENS)
Selim YÜREKTEN (ENPAY)
Sevinç TONGÜN (EPAD)
Tahsin ARMAĞAN (ARMAĞAN MÜHENDİSLİK)
Temel KARAMEHMETOĞLU (SEW EURODRIVE)
Yetkin SANER (EREL GRUP)



Bu Sayıda

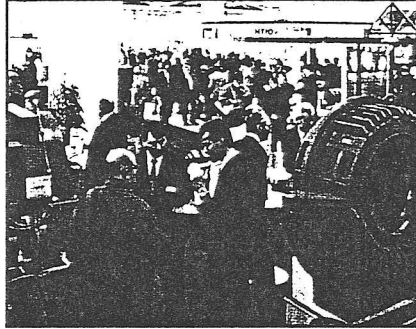
6.

Sunuş - Künye

10.

Haberler

- Ünika Üniversal Kablo ISO 9002 Kalite Belgesi Aldı
- ABB Tek Projeye İki Sorun Çözüyor...
- Elpa, IPH Berlin'den Test Belgesi Aldı
- ABB'nin Geliştirdiği Süper İletken Cihazı İle İş Güvenliği Artıyor
- EAE Elektrik A. Ş. ISO 9002 Kalite Belgesi Aldı
- Elimko ISO 9001 Kalite Belgesi Aldı
- Akxa-Onan İşbirliği



- Hannover Teknoloji Fuarı 14-17 Nisan'da...
- Enerji Yatırımlarında Gözde Bölge Aliğa
- 30 HES'in İşletme Devri Tamamlandı
- Londra Ticaret ve Sanayi Odası Heyeti Türkiye'yi Ziyaret Ediyor
- Nükleer Enerjinin Yüzde 80'i OECD Ülkelerinden

24.

Özel Haberler:
OTOMASYON'97

Otomasyon '97 Başarıyla Gerçekleşti

Bu yıl dördüncüsü düzenlenen Endüstriyel Otomasyon Fuar, Sempozyum ve Seminerleri 19-23 Şubat tarihlerinde Mecidiyeköy Meliha Avni Sözen Fuar Merkezi'nde başarı ile tamamlandı.



36.

Ürünler

Teknoloji

54.

Trafik Sinyalizasyonunda Bir Yenilik:
Işık Yayan Diyotlar

*Burcan Gemici
Dilek Enarun*

"Bu çalışmada, ışık yayan diyotların trafik sinyalizasyonunda kullanılması konusunda bugüne kadar yapılmış çalışmalara bir bakış sunulmuştur."

Enerji ve Çevre

58.

Elektromanyetik Uyumluluk ve Eğitim Çalışmaları

Selim Şeker

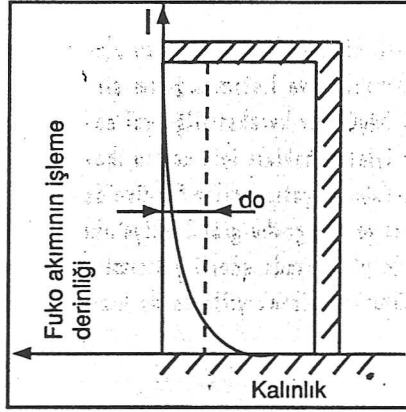
"EMI/EMU konusu öğrencilere çekici gelmemekte ve öğrenciler bu konudaki iş imkanlarının bol olmadığına inanmaktadır. Üniversite müfredat programının, EMU dersinin açılmasıyla nasıl zenginleşeceğini araştırmadan önce, şu soru düşünülmelidir: Yeni mezunlar için iş bulma şansı nedir?"

Endüstride Elektrik

64. İndüksiyon Fırınlarının Analizi

Halil Murat Ünver

"Bu çalışma, indüksiyon fırınlarının kullanımında ve indüksiyon fırını ile ısıtma sistemi kurulması istendiğinde fizibilite çalışmalarında son derece yararlı olacak önemli ip uçları içermektedir."



Optimum

85. İşyeri Kuruluşunda ve Planlamasında Beş Hususa Dikkat

Kazım Hamamcı

"Sanayimiz her geçen gün hızla gelişmekte, kurulan ve üretime başlayan iş yerleri sayısı da artmaktadır. Bununla birlikte iş yeri kuruluşunda ve planlarında büyük hatalar yapılmaktadır."

Kontrol

70. Çimento Endüstrisinde Kullanılan Hız Ayarlı Sürücüler - II

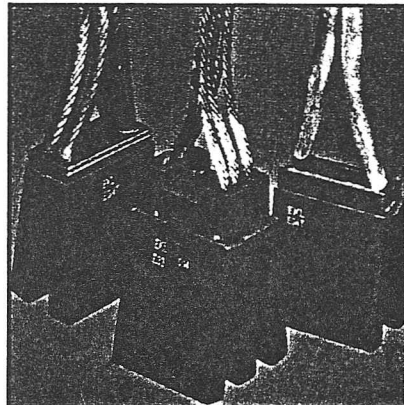
Kerem Doğueri
Cem Lale

"Çimento üretim sektöründeki birçok hızı ayarlanabilir sürücü gerilim değişimleri gibi bozucu etkilere karşı hızlı cevaba ihtiyaç duymamaktadır. Böylelikle, hemen her sürücü, kendi hız regülatörünün cevabına göre ayarlanabildiğinden yük momentindeki görelî yavaşlama ve diğer değişimlerin elverişsiz etkileri prostesten bağımsız olmaktadır."

Elektrik Makinaları

78. Karbon Fırçalar - I

"Karbon fırçalar, yapı itibarıyla çok küçük olmakla birlikte elektrik makinelerinin en önemli parçalarını oluşturmaktadırlar."



Takvim

87. Uluslararası Fuarlar Mart/Nisan/Mayıs '97

94. Reklam İndeksi

95. Abone Kartı

96. Abone Kartı

İndüksiyon Fırınlarının Analizi

Bu çalışma, indüksiyon fırınlarının kullanımında ve indüksiyon fırını ile ısıtma sistemi kurulması istendiğinde fizibilite çalışmalarında son derece yararlı olacak önemli ip uçları içermektedir.

Halil Murat ÜNVER, Öğr. Gör., Kırıkkale Üniversitesi

Giriş

Gelişen teknoloji her geçen gün daha kaliteli malzemeye ihtiyaç göstermektedir. Malzeme kalitesi ise çok sayıda kritere bağlı olup, bu kriterlerin en önemlilerinden biri ısı kaynağıdır. Bunlardan en sağlıklı sonuç vereni ise *indüksiyon fırınları*'dir. Ülkemizde çok çeşitli amaçlar için birçok alanda (hala istenen düzeyde olmamasına rağmen) kullanılmaktadır. Bu çalışma, indüksiyon fırınlarının kullanımında ve indüksiyon fırını ile ısıtma sistemi kurulması istendiğinde fizibilite çalışmalarında son derece yararlı olacak önemli ip uçları içermektedir.

1- İşleme Derinliği (Joule Etkisi)

İçerisinden alternatif bir akım geçen iletken, akımın yoğunluğu üstel şekil kanununa göre yüzey-

den merkeze doğru azalır (deri etkisi). Bunu;

$$j = j_0 \cdot e^{-x/d_0} \quad (1)$$

j: Akım yoğunluğu [A/mm²]
j₀: Maksimum akım yoğunluğu [A/mm²]
d₀: Fuko akımı işleme derinliği [mm]
x: Yatay eksenindeki değişim [mm]

formülü ile ifade edebiliriz. Konuyu daha da sadeleştirmek için her kuvvetin bir d₀, kalınlık tabakası içinde toplandığı kabul edilir. Frekans ne kadar yüksek olursa, bu tabaka o kadar incelikli. Magnetik alan, kütük içinde bobin eksenine dik olacak şekilde indüklemeye akımları oluşturur. İşleme derinliği, frekansa ve maddenin elektriksel öz direncine göre değişir. İşleme de-

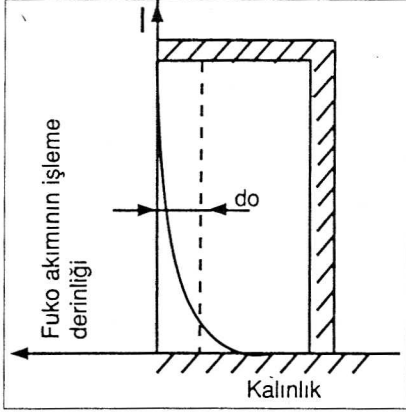
rinliği;

$$d_0 = 50.3 \sqrt{\rho / (\mu \cdot f)} \quad (2)$$

ρ: Özgül direnç [Ωmm²/m]
μ: Magnetik iletkenlik [H/m]
f: Frekans [Hz]

Burada ele alınan formüller sadece indüksiyon yoluyla iletilen kuvvet yollarını anlamak için kullanılır. Ancak bu formüller pratik hesaplar için hiçbir surette böyle, oldukları gibi alınmamalıdır, çünkü bunlar bir yandan yaklaşımla elde edilen formüllerdir, diğer yandan ise tecrübe ile edinilmiş çok sayıda katsayılar içermektedirler.

Sonuç olarak, bu formüllerin sadece yüksek frekans için, gerektiğinde de alçak frekanslar için işleme derinliğinin pota boyutlarından belirgin bir şekilde çok aşağı olması kaydıyla geçerli olduğu belirlenmiştir.



Şekil 1 Malzemedeki akım değişimi

Joule etkisi gözönüne alındığında pota içindeki malzeme üzerinde bulunan akım yolu, ısınmayı sağlayan alan olarak iş görecektir. Ele alınan d_0 derinliği $d/4$ oranını geçmemelidir. Şekil 2'de frekansa bağlı olarak, bazı maddeler için işleme derinlikleri verilmiştir.

Şu görülmüştür ki indüksiyonlu bir fırın, sekonderi tek bir sarımdan ibaret olan bir transformatöre benzetilebilir. Buradan sekonder kısmın direnci;

$$R = (\rho.l)/s = (\rho.\pi.d)/(h.d_0) = 2.\pi^2.d/h \sqrt{(\rho.\mu.f)} \quad (3)$$

h : yükseklik [mm];

ve joule etkisiyle, bobin içerisinde dağılan güç;

$$P = R.I^2 = 2.\pi^2.(N.I)^2.d/h.\sqrt{(\rho.\mu.f)} \quad (4)$$

Bu formül $d/d_0 \geq 5$ olduğunda geçerlidir.

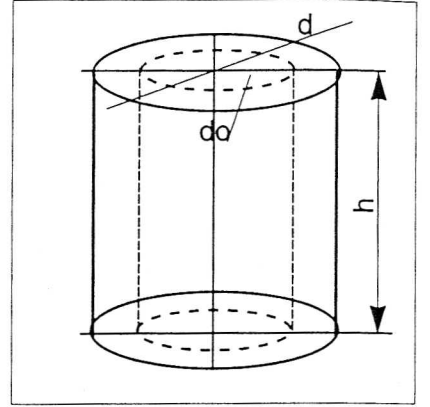
Şu halde kanalsız bir indüksiyon fırını içinde "güç" sadece frekansa bağlı olmaktadır. Bu ise aşağıdaki elektromotor kuvvet formülüne dayanan ilk uygulayıcılarının düşündüklerine aykırıdır.

$$E = \omega . \phi = 2 . \pi . f . \phi \quad (5)$$

ϕ : Magnetik akı [Wb]

ω : Açısal frekans [rad/sn]

görüldüğü gibi (4) ifadesinde frekans sadece 1/2' üssüne etki etmektedir, ampersarımlar 2 üssüne etki etmektedir.



Şekil 3 Malzemenin boyutlandırılması

Magnetik Histerizis Etkisi

Magnetik cisimler içerisinde akım alternansları histerizis olaylarını ve ısınma sebeplerini harekete geçirmektedir. Bu ısınma, işleme derinliğinden meydana gelen ısınma karşısında ihmal edilebilir derecede düşüktür. Esasen histerizise dayalı ısınma da -demirli alaşımlar için 700-800°C'de, $\mu=1$ iken- Curi noktası ile birlikte ortadan kalkar.

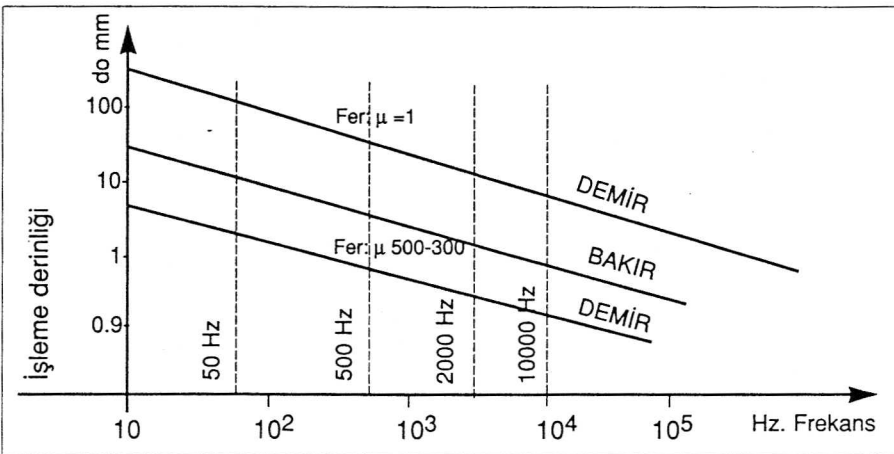
Güç Değişmesi (Varyasyon) Faktörleri

Isıtılacak kütleye primerden enerji naklinde birçok düzeltme katsayıları işe karışmaktadır. Bunların bazıları, ısıtılacak kütle selenoid ile ilgili boyutlardan, bazıları da bunların elektrik özelliklerinden meydana gelir.

Primer İle Sekonder Arasında Elektrik Verimi

Bu verim şu şekildedir;

$$\eta = \frac{I}{1+K^{-1} . \sqrt{(\rho_i . \mu_i)/(\rho . \mu)}} \quad (7)$$



Şekil 2 İşleme derinliği - frekans eğrileri

METALLER		K=0.8	K=0.5	K=0.1
Çelik	0 °C	%96	%94	%77
	800 °C	80	71	33
Erimiş Çelik		83	76	38
Bakır	0 °C	45	33	10
	200 °C	50	37	10,5
Erimiş Bakır		58	45	15

Tablo.1 Bakır ve Çelik İçin Verim Tablosu

Saf demir	14.000
Kaliba dökülmüş çelik	3.500
Yeniden kızdırılıp kaliba dökülmüş çelik	15.000
Su verilmiş çelik	100
Dökümler	2.000
Font	300-900

Tablo.2 Demirli ferromagnetik malzemelerin permeabilitesi

- ρ : Bobinin özdirenci [$\mu\Omega\text{-cm}$]
 ρ : Yükün (iş parçasının) öz direnci [$\mu\Omega\text{-cm}$]
 μ : Bobin magnetik geçirgenlik katsayısı [H/m]
 μ : Isıtılacak malzemenin magnetik geçirgenlik katsayısı [H/m]

Bu formülde K, ileride söz konusu edeceğimiz, çeşitli boyutsal düzeltme faktörlerini topluca ifade etmektedir.

a-) Kuvvetli histerizisi bastırılmış çelikler için histerizis enerjisi, joule kuvveti meydana gelen enerjilerinin en çok %50'sine ulaşır ve şu halde en aşırı durumda sadece toplam kuvvetin 1/3'ü için etki eder.

b-) Bu formül (5)'deki endüvi olmuş güç formülüne benzer bir formülle ifade edilen, indüktörde uğranılan kayıplara etki eder.

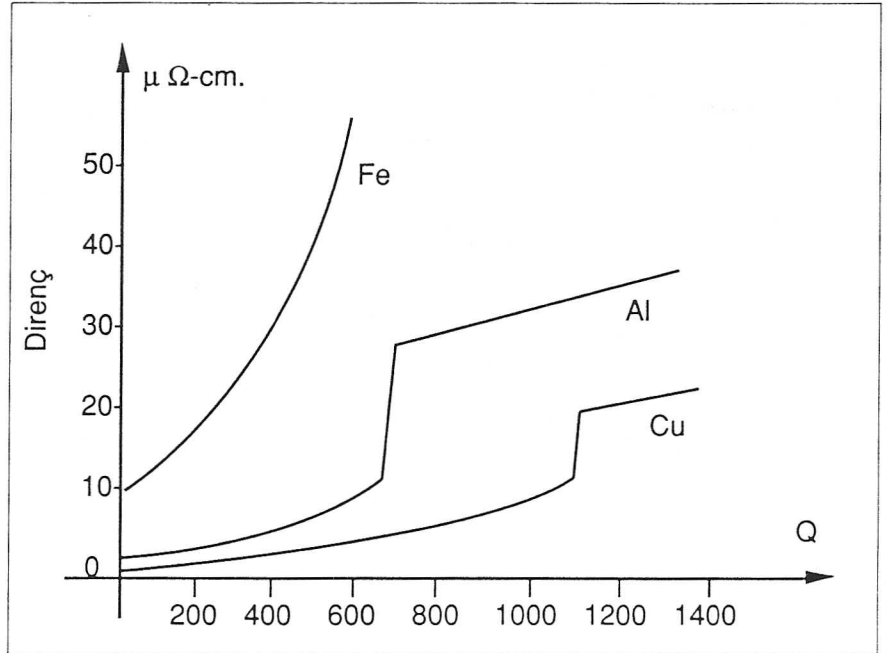
$$P_i = 2 \cdot \pi^2 \cdot (N \cdot I)^2 \cdot (d/h) \cdot \sqrt{\rho_i \cdot \mu_i} \quad (8)$$

K = 0.8, 0.5 ve 0.1 (fırın çok az yüklüyse)

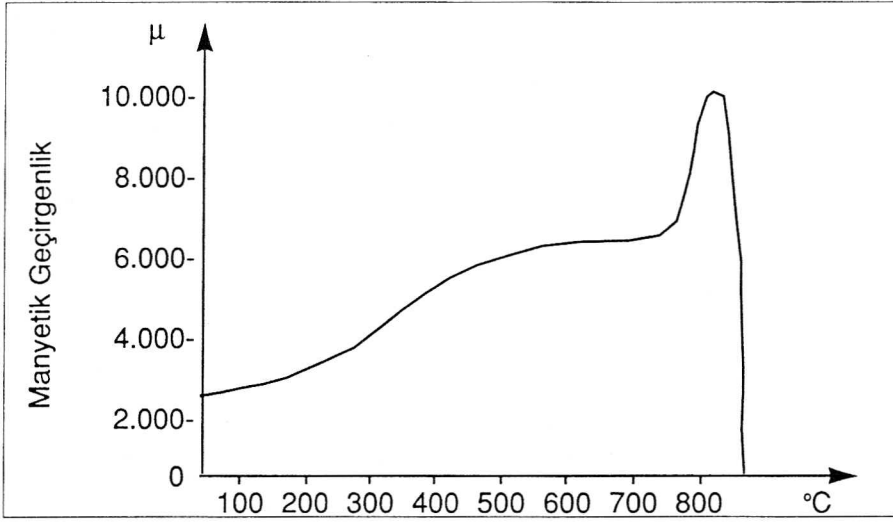
1/K = 1.25 1/K = 2 1/K = 10
 Buradaki verimler homojen bir yükleme için geçerlidir. Unutmamak gerekir ki; eritme fırınlarında işlemin başlangıcında yükleme (charge), kenarları birbirine bitişik olmayan bloklardan, yani toplam direnci çok yüksek olan bloklardan meydana gelir.

Sadeleştirmek için çoğunlukla özdirençler (rezistite) $\mu\Omega\text{-cm}$ yerine $\mu\Omega\text{-cm}^2\text{/cm}$ olarak verilmiştir.

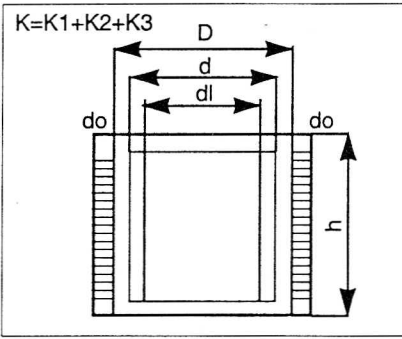
Sonuç olarak görülüyor ki, elektrik verimi yani ısıtılacak kütlenin içinde meydana gelen faydalı kuvvet, ısı yükseldikçe artmaktadır. Demagnetizasyon sırasında yeniden yükseltilmek üzere, yüksek verimin başlangıçta bir-



Şekil 4. Sıcaklık ve direnç değişimi



Şekil 5 Demirli ferromagnetik malzemelerin magnetik geçirgenlik-sıcaklık eğrisi.



Şekil 6. Ergitme bobininin ölçülendirilmesi

den 1'e düşmesi halindeki magnetik cisimler bu kuralın dışındadır.

Verimin hakim faktörünün, ısıtılacak cismin direnci olduğundan Şekil.4'de bazı saf metallerin sıcaklık-direnç değişimleri verilmiştir.

Mıknatıslanma konusunda ise metallere iki ana grupta toplanabilir;

a- Geçirgenliği (permeabilite) üniteye hissedilir derecede yüksek olan paramagnetik metallere.

b- Geçirgenliği geniş sınırlar içinde değişik ve bazen çok yüksek

olan ferromagnetik metallere.

Isıya, terkimine (composition) - tesadüfen başka madenlerle karışmış olduğu durumlarda (soğuk dövme termik işlemler)- ve aynı zamanda malzemeye uygulanan magnetik alana göre, işleme derinliği büyük değişiklikler gösterdiğinden bu alanda büyüklük sıralamasını tanımlamak oldukça güçtür. Sadece şu söylenebilir ki, demir alaşımları hariç diğer tüm metallerin magnetik geçirgenliği 1'e eşit veya çok yakındır.

Demirli olmayan alaşımlar (halitaller) için çelik bir potada erime meydana getirmek suretiyle, verimi ıslah etmek bazen mümkün olamaz. Bir malzemenin izafi geçirgenliği (permeabilite) süreklilik göstermeyip, malzemenin tabii olduğu magnetik alan çoğaldığında ve I maksimumu geçtiğinde permeabilite de değişir.

Şu halde μ 'nün hangi şartlar içinde tayin edildiğini açığa kavuş-

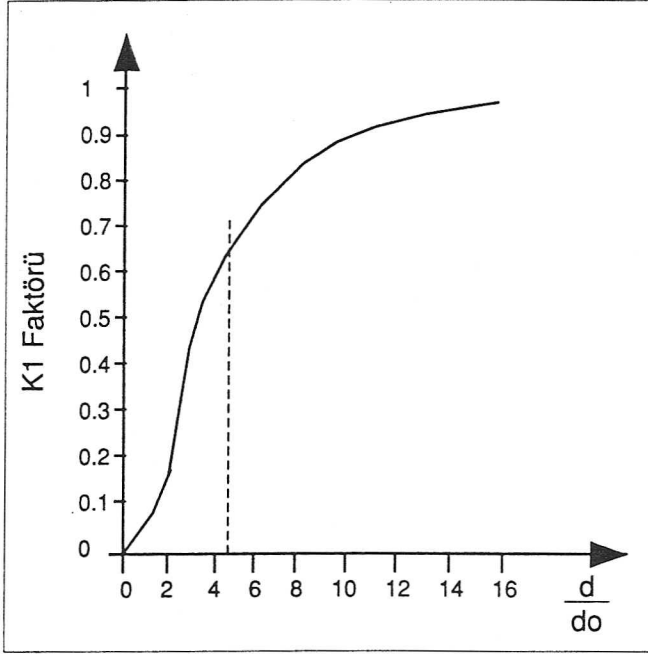
Metal	Potanın Asgari Çapı
Çelik	450 - 600 mm
Pirinç	400 mm
Alüminyum	320 - 400 mm
Bakır	250 mm

Tablo.3 f=50 Hz.'de minimum pota çapları

turmak gerekir (μ değeri: B=f(H) eğrisinin başlangıcı eğilimindedir. Boşlukta $\mu=1$ 'dir ve nikkelli alaşımlarda $\mu=600.000$ 'e kadar ulaşabilir).

Okside olmayan çelikler, amagnetik (magnetik olmayan) eriyikler (ni rezist, nikel manganez) aynı şekilde paramagnetiktir. Bütün diğer demir alaşımları; dökümler, çelikler, demagnetizasyon (mıknatıslanmadan kurtulma) noktasının altında belirgin magnetik geçirgenliklere (permeabilite) sahiptirler. Tablo.2'de verilen alaşımlardan herhangi biri için; $\sqrt{(\rho_i \cdot \mu_i)/(\rho \cdot \mu)}$ değerinin çok zayıf olduğunu ve bunun sonucunda termik verimin %100 civarında bulunduğunu tesbit edebiliriz. Bütün demirli ferromagnetik alaşımlar, yüksek ısıya (saf demir için 700°C) tutulduklarında paramagnetik olurlar, üniteye eşit hale gelmek için bunların permeabilitesi de o zaman aniden düşer. (Şekil.5)

Magnetik geçirgenlik için işaret edilen değerlerin hepsi azami permeabiliteye tekabül etmektedir, yani doymuş mıknatıslama meydana getiren önemli bir alana karşılık gelirler. Bununla birlikte yumuşak çeliğin başlangıçtaki permeabilitesi dökümlerde olduğu gibi 100'dür. Şu durumda permeabilite, η 'nın %100 civarında olması için yeterlidir.



Şekil 7. K1-d/do değişimi

Boyutsal Faktörler

İşleme derinliğini incelerken ele aldığımız "K" faktörü üç tecrübe faktörüne ayrılabilir.

d/do 'ın fonksiyonu $K1$, h/d 'nin fonksiyonu $K2$ ve D/d 'nin fonksiyonu $K3$ 'tür.

Buradan;
 $K = K1 + K2 + K3$,

yazılabilir. (d bobin çapını, h bobin yüksekliğini, d iş parçasının çapını, do işleme derinliğini gösterir. (Şekil.6)

d/do ilişkisinin etkisi pratik sonuçlardan hareket edilerek meydana getirilen Şekil.7 tarafından açıkça ortaya konmaktadır.

Şekilden de anlaşılacağı gibi kabul edilebilir bir verim elde et-

mek için d/do değerinin, fırın tasarımcılarına göre değişen 4, 5, 6 veya 10 gibi bir değerden daha yüksek olması gerekmektedir.

Frekans seçiminden do değerine varılınca temel frekanslar için çok küçük potalar kullanılması mümkün olmadığı ortaya çıkar. İşleme derinliğinin anlatıldığı bölümde açıklandığı gibi işleme derinliğinin $d/4$ oranını aşması halinde

magnetik girinim meydana gelecek ve ısınma gerçekleşmeyecektir. Tablo.3'de ise 50 Hz. için değişik malzemelerde kullanıla-

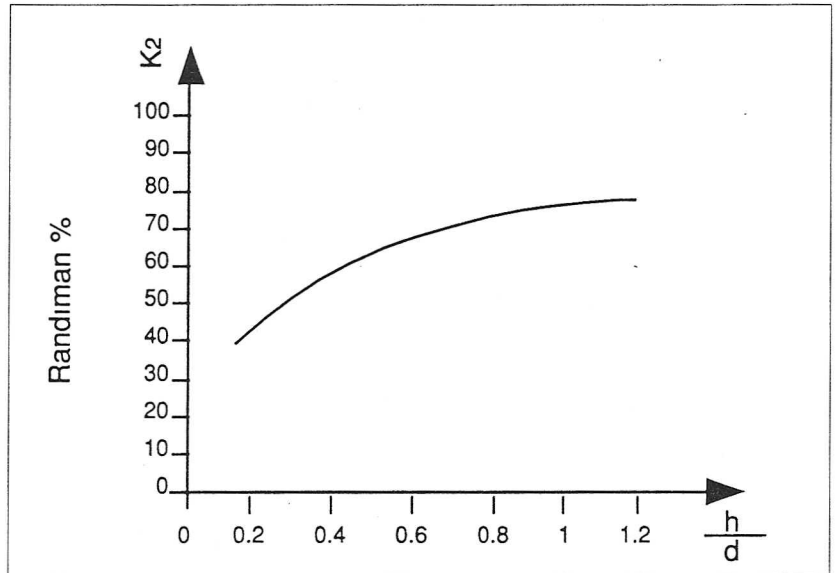
cak minimum pota çapı verilmiştir.

Şekil.8'de ise $K2$ 'nin verim üzerinde yaptığı etki hakkında bir hükme varmak mümkündür.

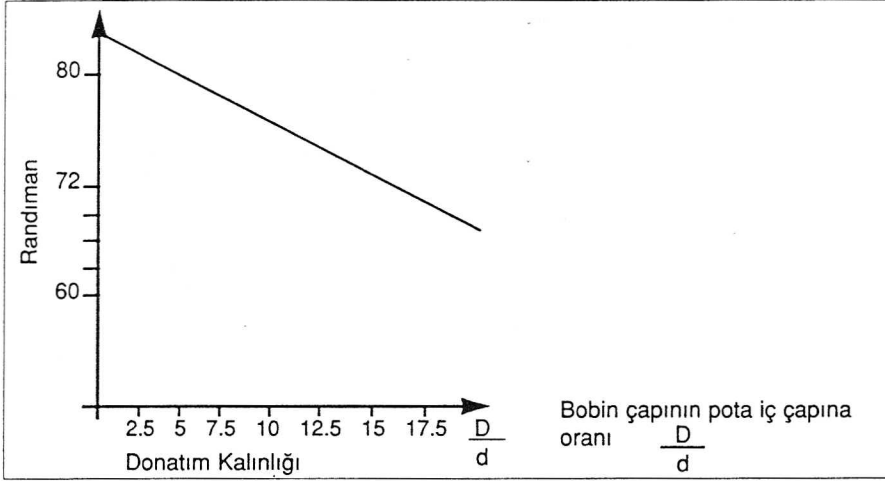
Burada şu sonuç çıkarılabilir; potanın çapına bakarak yeteri kadar yüksek bir bobin gerekmektedir. Ayrıca metalin pota içindeki yüksekliği az olunca verim hissedilir derecede düşmektedir.

Aynı tarzda d/do fonksiyonunda verimin, $K3$ 'ün etkisi Şekil.9'da açık olarak görülmektedir. (Burada D/d ısıtılacak kütle ve bobin arasındaki uzaklıktır.)

Herhangi bir $K2 - K3$ değer fonksiyonunda η 'yı veren genel teorik eğriler Şekil.10'da verilmiştir. Bu eğriler $K2$ ve $K3$ faktörlerinin anlaşılmasına yardım eder. Eritme fırınlarında fırın alanı çok dar olduğundan (şekilde tarana-



Şekil.8 K2 - h/d değişimi

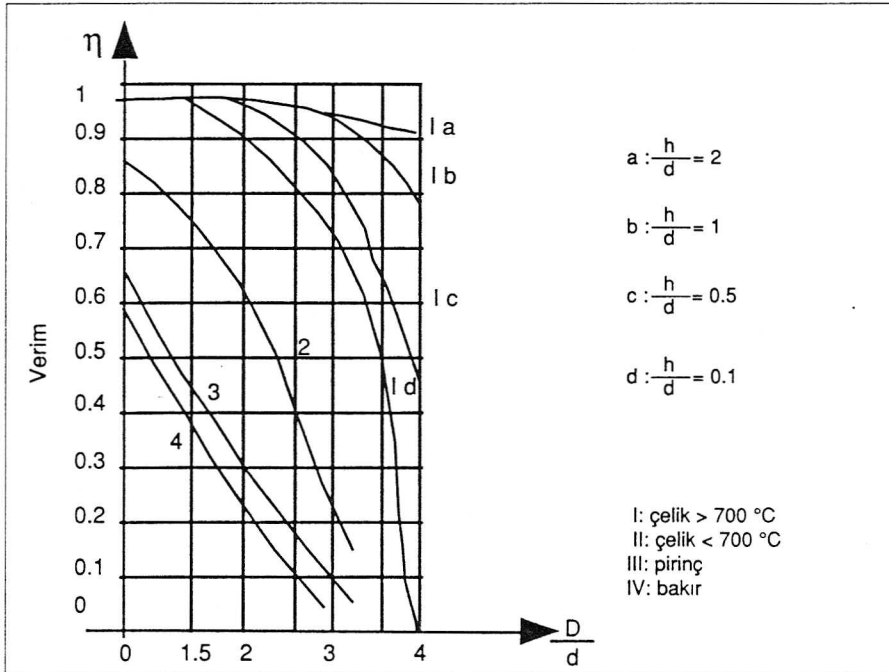


Şekil.9 K - D/d değişimi

rak gösterilen alan) bu eğriler eğilimi göstermektedir.

Döküm fırınlarında ayrıca bir de K faktörünün ilaveten işe karıştığı görülür. Başlangıçta yük yan yana konmuş bloklardan meydana gelmiştir. Fakat bunların bir-

birine teması son derece kararsızdır (yüzeyde pıslık, oksit yağ bulunmasıyla bu temas sınırlı olur). Bu nedenle yükü tek bir sarım saymak mümkündür. Yük ne kadar birbirinden ayrı parçaları ihtiva ediyorsa, o kadar da endüvi devresinin merkezi ol-



Şekil.10 Verim (η) - D/d değişimi

maktadır. Bu koşullar altında küçülmüştür ve verimde azalmıştır.

Sonuç

İndüksiyon fırınları kullanım açısından son derece kolay olmasına rağmen dikkatli davranılması gereken birçok konuyu da içerisinde barındırmaktadır. Bir fırının devreye alınabilmesi fırından maksimum seviyede verim alınacağı anlamını taşımaz. Aksi takdirde elde edilen ürünün maliyeti çok yüksek olacaktır.

Kaynaklar

[1] İ. Muzaffer Ünver, "Hat Frekanslı İndüksiyon Fırınlarının İmal Teknolojisi, 1. Milli Teknoloji Kongresi, 1984, Ankara.

[2] H. Murat Ünver "İndüksiyon Fırınları ve Alçak Frekanslı İndüksiyon Fırınlarının Tasarımı", Bitirme Ödevi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Elk-Elktr. Müh. Bl., 1991, Trabzon.

[3] H. Murat Ünver, "Alçak Frekanslı İndüksiyon Fırınları", Bilkon'91 Konferansı Temmuz 1991, Bilkent Üniversitesi, Ankara.

[4] Nuri Özdemirel, "Dökümhanelerde Endüksiyon Ocağı Pratiği", Türkiye Demir ve Çelik İşletmeleri Döküm Fabrikaları, Temmuz 1981, Karabük.

[5] Tamer Mersin, Muhsin Tüfekçi, "İndüksiyon Ergitme Teknolojisi", Ergin Mühendislik, Yayın No:1, 1981, Ankara. 3e