

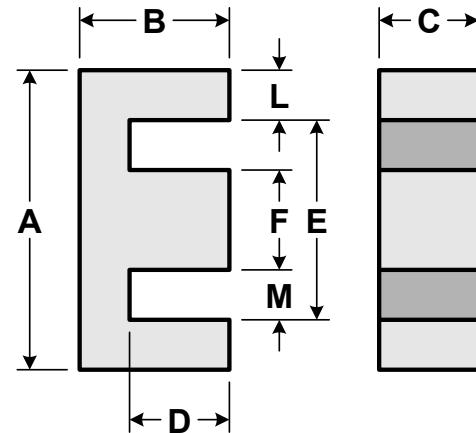
# Teknik Bülten

BÜLTEN SAYI. KMC-E1

## MAGNETICS KOOL M $\mu$ ® E-NÜVELERİ

### Tanıtım

Kool M $\mu$ ® toz nüveler, yüksek sıcaklıklarda düşük kayıplara sahip demir alaşımı tozdan üretilmektedir. Kool M $\mu$  E-nüvelerinde dağılmış hava aralıkları bulunur, bu aralıklar sayesinde, anahtarlı güç kaynağı endüktörleri, flyback transformatörleri ve güç faktörü düzeltme devresi endüktörleri (PFC) için ideal olmaktadır. Kool M $\mu$ 'nun 10,500'lük gauss doyum seviyesi, hava aralıklı ferrit E-nüveleri ile elde edilebilenden daha yüksek enerji depolama yeteneği sunar, bu da daha küçük nüve boyu demektir. Kool M $\mu$  E-nüveleri hava aralıklı ferrit E-nüvelerine göre cazip fiyatlıdır ve dağılmış hava aralıkları sayesinde, ferritlerde görülen hava aralığı kayıpları olmaz. Kool M $\mu$  E-nüveleri, demir E-nüveleri ile karşılaşıldığında çok daha az kayba sahiptir ve çok daha iyi termal özellikleri vardır.



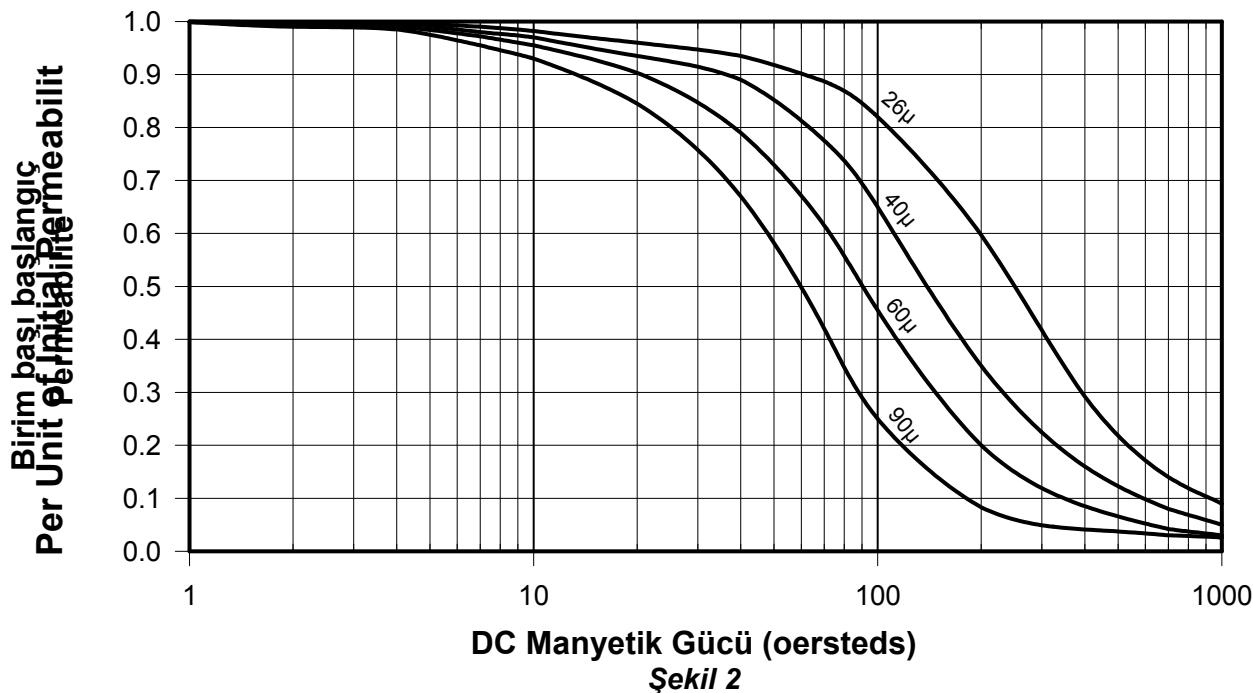
**Şekil 1**

**Tablo 1**

PARÇA NO.		A	B	C	D (min)	E (min)	F	L (nom)	M (min)
00K1207E (EF 12.6)	in (mm)	0.500±.010 (12.7)	0.252±.004 (6.4)	0.140±.006 (3.6)	0.178 (4.4)	0.350 (8.9)	0.140±.005 (3.6)	0.070 (1.8)	0.104 (2.6)
00K1808E (EI-187)	in (mm)	0.760±.012 (19.3)	0.319±.007 (8.1)	0.188±.006 (4.8)	0.218 (5.5)	0.548 (13.9)	0.188±.005 (4.8)	0.094 (2.4)	0.183 (4.6)
00K2510E (E-2425)	in (mm)	1.000±.015 (25.4)	0.375±.007 (9.5)	0.250±.004 (6.5)	0.245 (6.2)	0.740 (18.8)	0.250±.005 (6.2)	0.125 (3.2)	0.246 (6.3)
00K3007-E (DIN 30/7)	in (mm)	1.185±.018 (30.1)	0.591±.009 (15)	0.278±.006 (7.1)	0.376 (9.7)	0.768 (19.5)	0.274±.008 (6.9)	0.201 (5.1)	0.254 (6.5)
00K3515E (EI-375)	in (mm)	1.360±.020 (34.5)	0.557±.009 (14.1)	0.368±.007 (9.4)	0.378 (9.6)	0.995 (25.3)	0.367±.008 (9.3)	0.175 (4.4)	0.310 (7.9)
00K4017E (EE 42/11)	in (mm)	1.687±.025 (42.8)	0.830±.013 (21.1)	0.424±.010 (10.8)	0.587 (15)	1.195 (30.4)	0.468±.010 (11.9)	0.234 (5.9)	0.365 (9.3)
00K4020E (DIN 42/15)	in (mm)	1.687±.025 (42.8)	0.830±.013 (21.1)	0.608±.010 (15.4)	0.587 (15)	1.195 (30.4)	0.468±.010 (11.9)	0.234 (5.9)	0.365 (9.3)
00K4022E (DIN 42/20)	in (mm)	1.687±.025 (42.8)	0.830±.013 (21.1)	0.788±.010 (20)	0.587 (15)	1.195 (30.4)	0.468±.010 (11.9)	0.234 (5.6)	0.365 (9.3)
00K4317E (EI-21)	in (mm)	1.609±.024 (40.9)	0.650±.011 (16.5)	0.493±.007 (12.5)	0.409 (10.4)	1.115 (28.3)	0.493±.008 (12.5)	0.238 (6)	0.310 (7.9)
00K5528E (DIN 55/21)	in (mm)	2.16±.032 (54.9)	1.085±.016 (27.6)	0.812±.015 (20.6)	0.729 (18.5)	1.476 (37.5)	0.660±.015 (16.8)	0.330 (8.4)	0.405 (10.3)
00K5530E (DIN 55/25)	in (mm)	2.16±.032 (54.9)	1.085±.016 (27.6)	0.969±.015 (24.6)	0.729 (18.5)	1.476 (37.5)	0.660±.015 (16.8)	0.330 (8.4)	0.405 (10.3)
00K6527E (Metrik E65)	in (mm)	2.563±.050 (65.1)	1.279±.150 (32.5)	1.063±.016 (27)	0.874 (22.2)	1.740 (44.2)	0.775±.012 (19.7)	0.394 (10)	0.476 (12.1)
00K7228E (F11)	in (mm)	2.850±.043 (72.4)	1.100±.020 (27.9)	0.750±.015 (19.1)	.699 (17.8)	2.072 (52.6)	0.750±.015 (19.1)	0.375 (9.5)	0.665 (16.9)
00K8020E (Metrik E80)	in (mm)	3.150±.047 (80)	1.500±.025 (38.1)	0.780±.015 (19.8)	1.103 (28.1)	2.334 (59.3)	0.780±.015 (19.8)	0.390 (9.9)	0.780 (19.8)

## Malzemeler ve DC Manyetik Gücü

Dört farklı permeabilitede Kool M $\mu$  E-nüvesi mevcuttur, 26 $\mu$ , 40 $\mu$ , 60 $\mu$ , ve 90 $\mu$ . Nüvelere ait manyetik veriler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Anahtarlı Güç Kaynağı endüktör malzemesinin en kritik parametresi DC manyetik kuvvet altında sağlayabildiği endüktans veya permeabilitetir. Şekil 2 DC manyetik kuvvetin artışı karşısında permeabilitedeki azalmayı gösterir. Kool M $\mu$ 'nun dağılmış hava aralıkları DC manyetik kuvvet eğrisi karşısında yumuşak bir endüktansa sebebiyet verir. Bir çok kullanımda, bu dengeli endüktans verimi arttırdığı ve daha geniş bir aralıkta çalıştığı için tercih edilir. Sabit akım şartı ile beraber, DC manyetik kuvvette karşılık yumuşak bir endüktans değişimi, aşırı yükleme durumlarına karşı ilave koruma sağlar. Şekil 2, yüksek akımda DC manyetik kuvvet karakteristiklerini göstermek için yarı log ölçekte çizilmiştir.



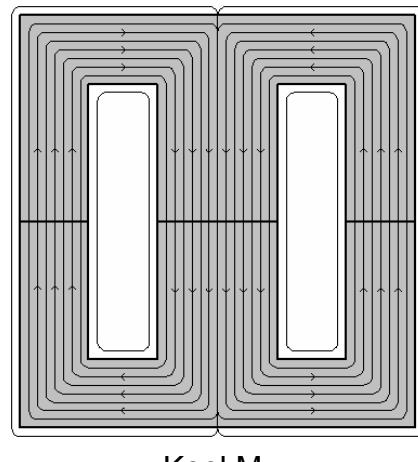
**Tablo 2**

PARÇA NO.	A <sub>L</sub> mH/1000 devir $\pm 8\%$				Yol Uzunluğu l <sub>e</sub> (cm)	Kesit A <sub>e</sub> (cm <sup>2</sup> )	Hacim V <sub>e</sub> (cm <sup>3</sup> )
	26 $\mu$	40 $\mu$	60 $\mu$	90 $\mu$			
00K1207E***	-	-	-	-	2.96	0.13	0.385
00K1808E***	26	35	48	69	4.01	0.228	0.914
00K2510E***	39	52	70	100	4.85	0.385	1.87
00K3007E***	33	46	71	92	6.56	0.601	3.94
00K3515E***	56	75	102	146	6.94	0.84	5.83
00K4017E***	56	76	105	151	9.84	1.28	12.6
00K4020E***	80	108	150	217	9.84	1.83	18
00K4022E***	104	140	194	281	9.84	2.37	23.3
00K4317E***	88	119	163	234	7.75	1.52	11.8
00K5528E***	116	157	219	NA	12.3	3.5	43.1
00K5530E***	138	187	261	NA	12.3	4.17	51.4
00K6527E***	-	-	-	NA	14.7	5.4	79.4
00K7228E***	-	-	-	NA	13.7	3.68	50.3
00K8020E***	103	145	190	NA	18.5	3.89	72.1

\*\*\* Permeabilite kodunu parça numarasına ekleyin, örneğin, 60 $\mu$  için parça numarası 00K1808E060'tır.

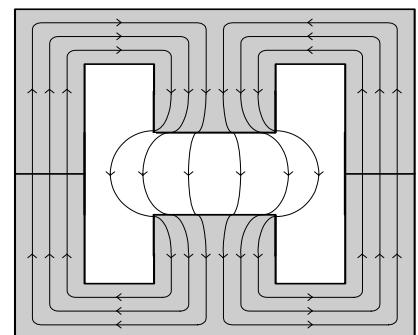
## Hava Aralıklı Ferrit ile Karşılaştırma

Her ne kadar yüksek derece ferrit nüve kayıpları Kool M $\mu$  nüve kayıplarından daha az olsa da, ferritin yüksek akım seviyelerinde doyumu engellemek için düşük efektif permeabiliteye ihtiyacı vardır. Yüksek başlangıç permeabilitesine sahip olan ferrit, düşük efektif permeabiliteye erişebilmek için hayli büyük bir hava aralığına ihtiyaç duyar. Bu da hava aralığı kaybına yol açar, ve bu, malzeme kayıp eğrilerini karşılaştırırken bir çok kez dikkat edilmeyen karmaşık bir sorundur. Basitçe ifade etmek gerekirse hava aralığı kaybı, hava aralığı etrafından kaçan akı saçakları kaybını ciddi derecede artıracaktır (Şekil 3). Akı saçakları bakır sargılar ile kesişir, bu da bakır iletkende aşırı eddy akımlarına yol açar.



Kool M $\mu$

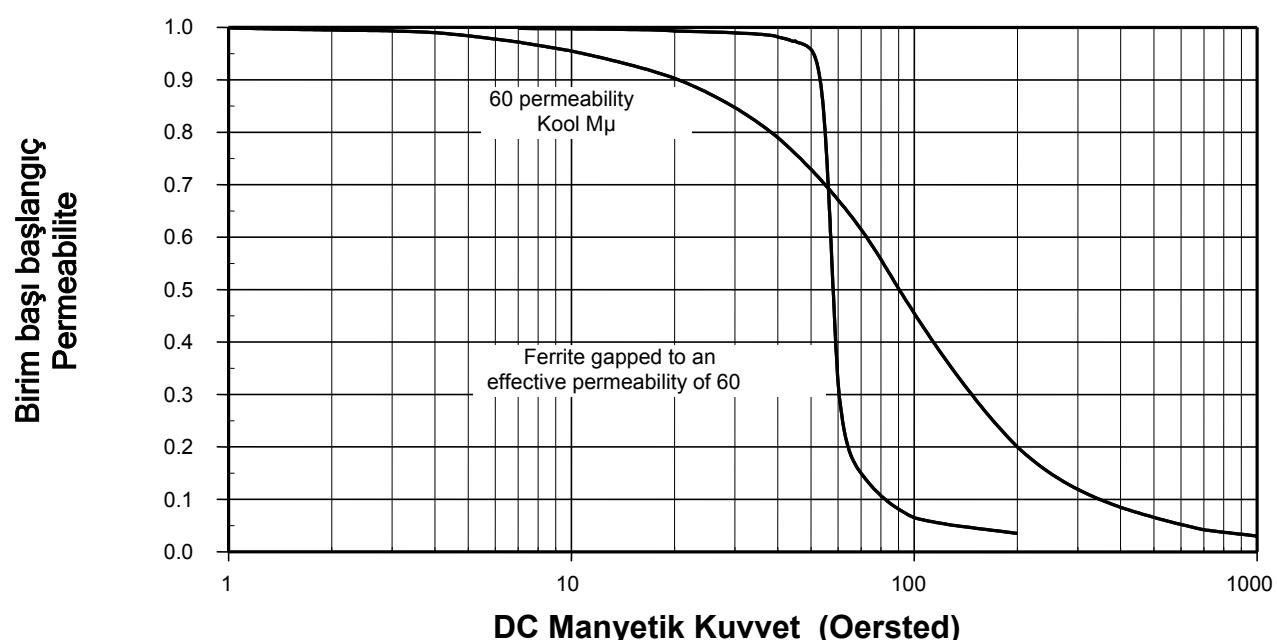
Kool M $\mu$ , ferritin iki katından fazla akı kapasitesine sahip olmasından dolayı, çok daha iyi DC manyetik kuvvet özellikleri sunar (Şekil 4). Permeabilitede %50 oranında tipik bir değer kaybına izin verildiğinde, nüve boyunda %35'lük bir azalma ve Kool M $\mu$ 'nun yumuşak doymaya gitme özelliği sayesinde daha güvenilir tasarımlara olanak tanır. Akı kapasitesi farkı yüksek sıcaklıklarda çok daha dramatik olabilir, çünkü ferritlerin akı kapasitesi sıcaklık ile azalırken, Kool M $\mu$ 'nunki nispeten sabit kalır.



Aralıklı Ferrit

Şekil 3

Hava aralıklı ferrit nüvelerinin Kool M $\mu$  E-nüvelerine oranla avantajlı yanları da vardır. Aralıklı ferritlerin endüktansta tipik olarak  $\pm 3\%$ 'luk toleransı vardır, buna karşın Kool M $\mu$ 'nun toleransı  $\pm 8\%$ 'dır. Hava aralıklı ferritler çok daha geniş bir boy ve şekil yelpazesinde mevcuttur. Ferrit malzemeler daha yüksek aralıklı efektif permeabiliteye sahip olmalarından dolayı düşük manyetik kuvvet altında çalışan endüktörler veya ileri besleme transformatörleri gibi düşük manyetik kuvvet altındaki kullanımlar için daha uygun olabilirler.

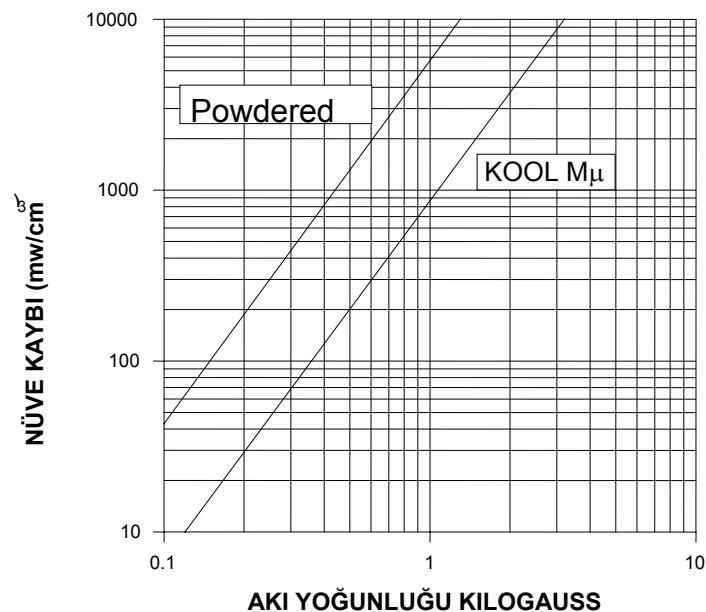


Şekil 4

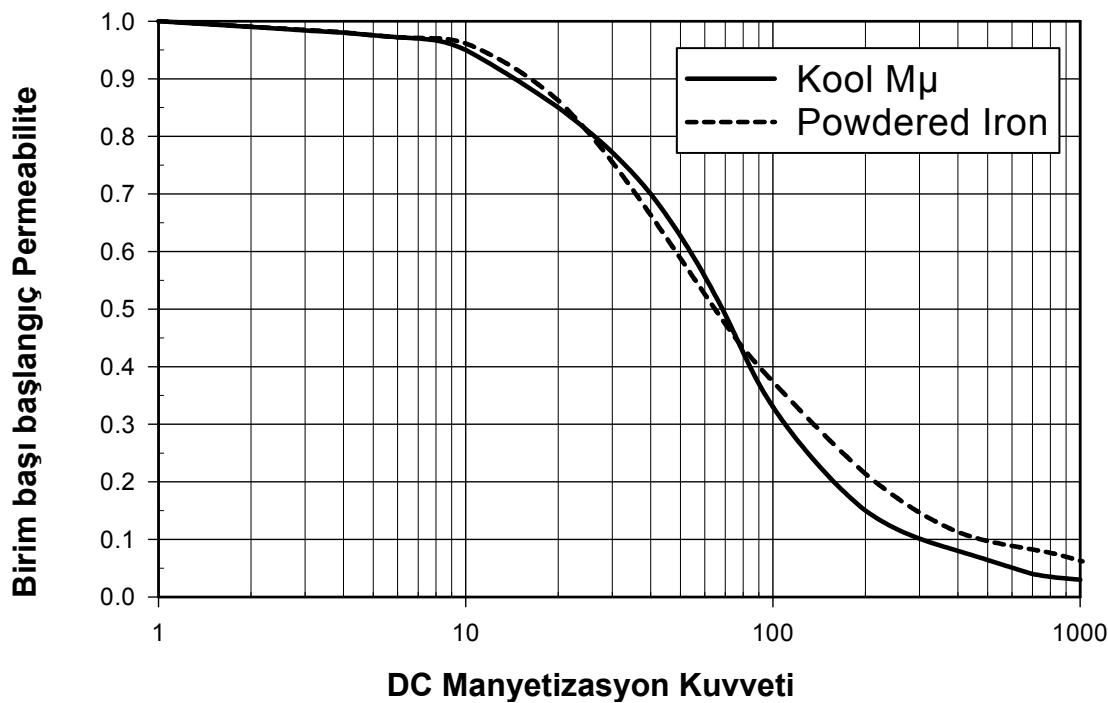
## Toz Demir ile Karşılaştırma

Toz demire göre Kool M $\mu$ 'nun ana avantajı düşük nüve kayıplarıdır, bkz.Şekil 5. Ayrıca Kool M $\mu$ , (Al, Si, Fe合金ları) toz demir(saf Fe合金ımı) ile karşılaştırıldığında benzer DC manyetik kuvvet karakteristikleri gösterir, bkz.Şekil 6'. DC manyetik kuvvette dayanmanın yanı sıra, anahtarlı güç kaynağı Kool M $\mu$  endüktörleri 10 kHz - 300kHz aralığında bir miktar AC akıma tabii olabilirler. Bu AC akımı yüksek frekanslı bir manyetik alan yaratır ve bu da nüve kayıpları yaratır ve nüvenin ısınmasına yol açar. Bu etki Kool M $\mu$ 'da daha az görülür, bu nedenle endüktörlerin verimi daha yüksektir ve daha az ısınırlar. Buna ek olarak Kool M $\mu$ 'nun sıfıra yakın manyetostriksiyonu vardır, bu da toz demir, ferrit veya silikon demir laminasyon nüvelerindeki 20Hz ile 20kHz aralığındaki kullanımda duyulabilir akustik gürültü sorununu yokeder.

Tipik Nüve Kayıpları 100 kHz



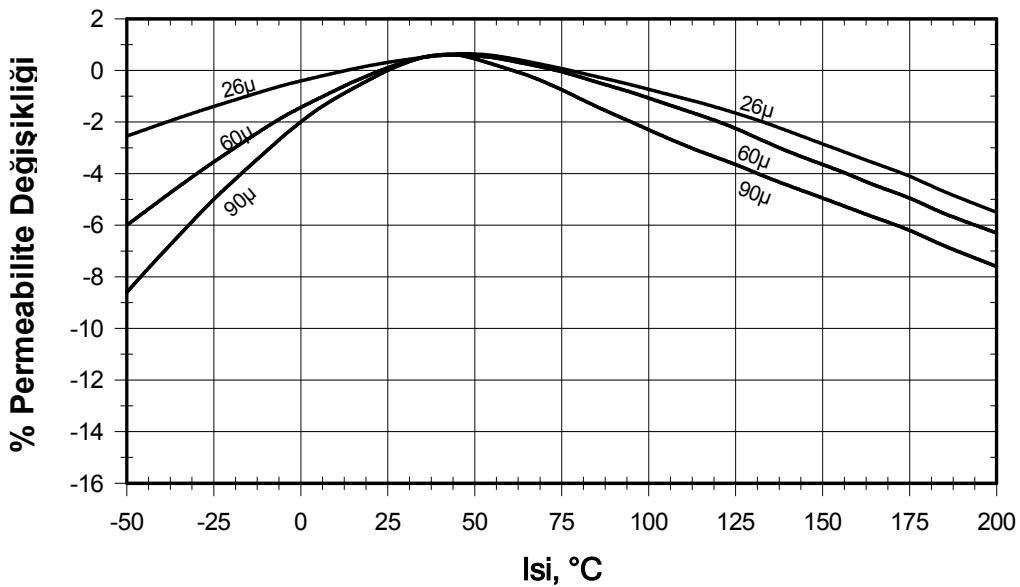
Şekil 5



Şekil 6

## Sıcaklığa Bağlı Performans

Yaklaşık 500°C'lik Curie sıcaklığı ve -65°C'den +200°C'ye kadar düzenli kullanım için uyumlu olan Kool M $\mu$  sıcaklığa göre muhteşem bir performans sunar. Toz demirin aksine, Kool M $\mu$  organik bir bağlayıcı kullanılmadan üretilmiştir. Bu nedenle Kool M $\mu$  toz demir nüvelerde rastlanan termal yaşlanma sorunlarından etkilenmez. Kool M $\mu$ 'nın ayrıca sıcaklığa karşı sabit bir endüktansı vardır, bkz. Şekil 7. Bazı ferrit malzemelerin aksine, Kool M $\mu$ 'da sıcaklıkla artan kayıplar görülmez. Buna ek olarak Kool M $\mu$ 'da, ferritin DC manyetik kuvvet altında permeabilitesini azaltan bir karakteristik olan, yüksek sıcaklıklarda manyetik doyum ağı yoğunluğunda ciddi bir azalma görülmez.



**Şekil 7**

## Kaçak Ağı

Kaçak akı manyetik alanın bir kısmının ana yapıda tutulmadığı zamanlarda oluşur. Tüm transformatör ve endüktörlerde bir miktar I kaçak akı bulunabilir ama düşük permeabilite malzemelerde görülen kaçak akı yüksek permeabilite malzemelerden fazladır. Yüksek permeabilite ferritte doymayı önlemek için çoğunlukla hava aralığı bırakılır. Genelde tek bir aralık kullanılır. Bu yapıdaki kaçak akı bu şekilde tek hava aralığı etrafında yoğunlaştırılır. Kool M $\mu$  tarzı düşük permeabiliteki bir malzemede dağılmış hava aralıkları vardır bu nedenle kaçak akı nüve bünyesinde toplanır.

Kaçak akı etkin yüzeyi arttırır ve manyetik nüvenin etkin yol uzunluğunu azaltır. Sonuç olarak düşük permeabilite bir nüvede ölçülen endüktans her zaman hesaplanan endüktanstan yüksektir, aşağıdaki örneğe bakın:

$$L = .4 \pi \mu N^2 A_e 10^{-8} / l_e$$

denklemde: L = Henries olarak endüktans

$\mu$  = nüve permeabilitesi

N = devir sayısı

$A_e$  = cm<sup>2</sup> olarak etkin kesit

$l_e$  = cm olarak nüve manyetik yol uzunluğu

Nüve boutları da ayrıca kaçak akıyı etkiler. E-nüvelere bakıldığımda, daha uzun sargıya sahip olan bir nüvede, kısa sargıya sahip olandan daha az kaçak görülür. Ayrıca daha çok sargıya sahip bir nüvenin daha az sargıya sahip bir nüveden fazla kaçağı olacaktır.

## Dış Kaçak Manyetik Alan

Nüvenin şekli dış kaçak manyetik alanını etkiler. Nüvenin büyük kısmının sargayı çevrelediği E-nüve şeklinde, sarginin nüveyi sarmaladığı toroidal şekele göre, daha büyük dış kaçak alan bulunur. E-nüve şekeinin dış kaçak alanı Kool M $\mu$  E-nüveyi kullanırken dikkate alınması gereken bir etkendir. Kool M $\mu$  E-nüveleri metal kelepçeler ile monte edilmemelidir çünkü sızıntı akısı kelepçelerde yoğunlaşır ve toplam kaybı artırr. Baskılı Devreyi tasarlarken sızıntı alanı göze alınmalıdır. Manyetik alana duyarlı parçalar, hava aralıklı ferritte olduğu gibi, Kool M $\mu$  E-nüveden uzağa yerleştirilmelidir. Bu konuda daha fazla bilgi için Manyetik Uygulamalar Mühendislik grubu ile, "Kool M $\mu$  E-nüvelerinde Kaçak Akısı Önlemleri" çalışmasının bir kopyası için bağlantı kurun.

## Donanım

Bir çok Kool M $\mu$  E-nüve boyu için donanım mevcuttur, bkz.Tablo 3. Düz veya pimsiz bobinler ayrıca bir çoğu boyut için mevcuttur. Detaylar için Manyetik Toz Nüve Tasarım Kılavuzu, sayfa 5.5'e başvurun. Nüveler standart endüstri boyalarındadır ve bir çok kaynaktan bulunabilecek standart bobinler ile uyumludur. Nüve parçaları birleşme noktalarını tutturma ve nüve setinin etrafını bantlamak suretiyle monte edilebilir.

**Tablo 3**

Nüve No	Bobin No	Pim Sayısı	Sargı Alanı (in <sup>2</sup> )	Sargı Alanı (cm <sup>2</sup> )	Devir Uzunluğu (ft)	Devir Uzunluğu (cm)
00K1808E (EI-187)	PCB180881	8	0.049	0.316	0.133	4.05
00K2510E (E-2425)	PCB2510T1	10	0.063	0.406	0.178	5.42
00K3007E (DIN 30/7)	PCB3007T1	10	0.129	0.833	0.180	5.48
00K3515E (EI-375)	PCB3515L1	12	0.147	0.948	0.241	7.34
00K4020E (DIN 42/15)	PCB4020L1	12	0.300	1.94	0.300	9.14
00K4022E (DIN 42/20)	PCB4022L1	12	0.300	1.94	0.335	10.21
00K4317E (EI-21)	PCB4317L1	12	0.156	1.01	0.281	8.56
00K5528E (DIN 55/21)	PCB5528WA	20	0.468	3.02	0.352	10.73
00K5530E (DIN 55/25)	PCB5530FA	14	0.448	2.89	0.439	13.38
00K7228E (F11)	00B722801	-	0.632	4.08	0.49	14.94
00K8020E (Metrik E80)	00B802001	-	1.25	8.06	0.542	16.52

## Genişleme

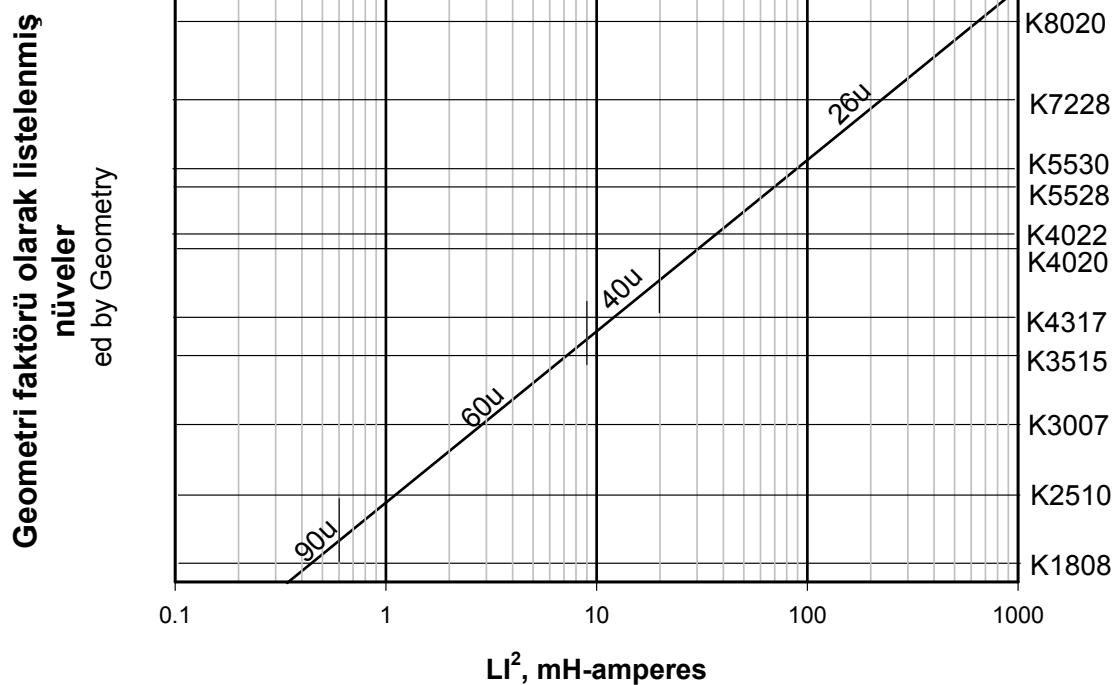
Kool M $\mu$  E-nüve boyu seçeneklerinin gelecekte genişlemesi beklenebilir. Donanım, uygun olan yerlerde, nüvelerle beraber sunulacaktır. Ayrıca U şeklindeki nüve ve bloklar da sunulacaktır (bazı boyları şu anda mevcuttur). Gelecek ürün duyuruları için Manyetik Uygulamalar Mühendislik bölümüm ile bağlantılı kalın veya web sitemizi ziyaret edin.

## Nüve Seçim Prosedürü

Tasarım uygulamasının sadece iki parametresinin bilinmesi gereklidir: gerekli endüktans ile beraber DC manyetik kuvvet ve DC akımı. Nüve boyunu ve tur sayısını bulmak için aşağıdaki prosedürü kullanın.

1.  $LI^2$  'yi hesaplayın, burada:  
 $L = \text{gerekli endüktans ile beraber DC manyetik kuvveti (mH)}$   
 $I = \text{da akımı (amper olarak)}$
2. Nüve Seçim Tablosunda (sayfa 8)  $LI^2$  değerini bulun. Bu koordinatı ilk nüve boyu ile kesiştiği yere takip edin (küçük nüve boyları aşağıdadır; büyük nüve boyları yukarıdadır). Bu kullanılabilecek en küçük nüve boyudur.
3. Permeabilite hattı standart mevcut nüve permeabilitelerine bölünmüştür. Belirtilen permeabilitesi seçmek kullanılabilecek en küçük nüveyi verecektir. Düşük veya daha yüksek permeabiliteler kullanılabilir ama sonuçtaki nüve boyu daha büyük olacaktır.
4. Endüktans, nüve boyu ve permeabilite şu anda bilinir durumda. Tur sayısını aşağıdaki prosedürü kullanarak hesaplayın:
  - a) Nüve için nominal endüktans (mH içinde  $A_L / 1000$  devirde) nüve veri sayfasından alınabilir. En kötü negatif toleransi (-8%) kullanarak asgari nominal endüktansı bulun. Bu bilgi ile, mH olarak  $N = (L \times 10^6 / A_L)^{1/2}$  formülünü kullanarak gerekli endüktansa ulaşmak için gereken devir sayısını hesaplayın.
  - b) Manyetik kuvveti oersted olarak bu formül ile hesaplayın:  $H = 0.4\pi NI / l_e$  ( $l_e$  cm olarak)
  - c) DC manyetik kuvvet - Permeabilite eğrilerinden önceden hesaplanmış manyetik kuvvet seviyesi için birim başı ilk permeabilite (mpu) roll-off'unu bulun.
  - d) İlk tur sayısını (4a adımdan) birim başı ilk permeabilite (mpu) değerine bölgerek tur sayısını arttırın. Bu gereken değere yakın bir endüktans sonucu verecektir. Belirli bir endüktans gerekli ise turlara son bir ayar yapmak gerekebilir.
5. Tel Tablosunu kullanarak doğru tel boyunu seçin. %100'ün altındaki kullanma devirleri daha küçük tel boyuna ve bobine imkan tanır ama bu daha küçük nüve boyu manasına gelmez.
6. Seçilen nüvenin endüktansı, belirtilen DC akımı ile manyetik kuvvette, istenen seviyede veya daha fazla olacaktır. Bunun sonucundaki sargı faktörleri %50 ila %80 arası olacaktır.

## Nüve Seçim Grafiği



Yukarıdaki grafik, DC manyetik kuvvet uygulamaları için optimum permeabilite ve en küçük nüve boyutunu kolaylıkla bulmanızı sağlayacaktır. Bu grafikte, DC öngeriliminde %20'yi aşmayan permeabilite azalması, tipik %50 – 80 arası bobin sargı faktörleri ve DC akımından daha küçük AC akımı baz alınmıştır. Grafik seçilen nüve boyu ve permeabilite için asgari endüktans toleransı baz alınarak hazırlanmıştır.

Şayet DC akımına göre daha yüksek AC akımında kullanılacak bir nüve seçiliyorsa (flyback endüktörü gibi), yukarıdaki grafikte belirtilenden bir boy büyük nüve boyunu seçin. Bu nüve kaybına yol açan AC akımı işletme aki yoğunluğunu azaltmaya yarayacaktır.

MAGNETICS  
P.O. Box 11422  
Pittsburgh, PA 15238  
FAX: +1 412-696-0333  
Phone: +1 412-696-1300  
website: [www.mag-inc.com](http://www.mag-inc.com)  
e-mail: [magnetics@spang.com](mailto:magnetics@spang.com)