

İngiliz demiryollarında cer motorları

Yazan: G.G. KIBBLEWHITE
Çeviren: Ahmet ALOĞLU

UDK: 621. 333:
621. 3. 013. 4

ÖZET

Bu yazıda, İngiliz Demiryollarında uzun servis tecrübeleri ile elde edilen bilgilerin ışığında, cer motorlarının komütasyon sorunları ve modern motorların yapılışı için önerilen temel tasarım orantıları açıklanmaktadır.

1. GİRİŞ:

Cer motorları çok güç koşullar altında çalışmaktadır. Bu koşulların en önemlileri şöyle sıralanabilir:

1. Ray eklem darbeleri ve buji devinimleri ile uyarılan birkaç Hz'den birkaç KHz'e kadar mekanik titreşimler.
2. Fren pabuçlarından gelen demir tozları ve yağ ile kirlenmiş soğutma havası.
3. Aşırı akım yükleri.
4. Düşük yükte ve çeşitli hızlarda uzun süre çalışma.
5. Akım toplayıcının (pantograf ya da toplayıcı pabuç) zıplaması, patinaj ya da denetim düzeninin yapısı nedeniyle oluşan ani gerilim kesilmeleri ve aşırı gerilim darbeleri.

Yukarıdaki nedenlerle, komütasyon ve ilgili sorunların bu konuda çalışan mühendislerin en baş ağrıtıcı sorunlarını oluşturduğuna şaşmamak gerekir.

İngiliz demiryolları filosunda (elektrik, dizel-elektrik ve diğer elektrik transmis-

yonlu lokomotifleri kapsar) 20 000 kadar cer motoru, 4 000 kadar ana üreteç ve binlerce yardımcı DA makinesi bulunmaktadır.

Ahmet Aloğlu, Y.Müh., TCDD.

SUMMARY

in this article, with the knowledge gained on traction machines during the long operating experience of British Railways, commutation problems and the basic design parameters recommended for satisfactory machines to be built are explained.

Bir cer motorunun kollektör ve fırça takımının bakımı için senede en az 40 sterlin harcanmakta ve yalnız ana makineler için senede toplam 1 000 000 sterlini bulmaktadır.

2. İNGİLİZ DEMİRYOLLARINDA (İ.D) DA MAKİNELERİNİN YAPIM ÖZELLİKLERİ:

İ.D. parkına 1950'den bu yana katılan tüm cer motorları ve ana üreteçlerin yapım özellikleri ve temel orantıları Tablo 1 ve 2'de verilmiştir. Komütasyon açısından önemli nitelikler aşağıda özetlenmektedir. Bu temel değerlerin, yapımcıya göre değişen oldukça esnek ve geniş sınırlar içinde bulunduğu açıkça görülmektedir.

En az ana-kutup / endüvi reaksiyonu ampersarım oranı

elektrik	0,6 - 1,2
dizel-elektrik	0,22 - 0,92

En yüksek gerilimde ortalama kollektör dilim arası gerilimi (V):

motorlar	5,7 - 20,0
üreteçler	(8,5 - 19,7 (18,7 - 26,0 (kompanse sargılı)

Tam yükte fırça akım yoğunluğu (A/cm²):

motorlar	6,8 - 16,3
üreteçler	9,8 - 14,7

En yüksek kollektör yüzey hızı (m/san):

motorlar	30,0 - 53,4
üreteçler	25,4 - 49,3

3. SERVİSTE KOMÜTASYON SORUNLARI:

3.1. Komütasyonun bozulması: Fırça tipinin seçiminde gösterilen titizliğin temel amacı, iyi komütasyon ve uzun fırça ömrü öğelerinin en uygun birleşimini bulmaktır. Bu birleşimin dengesi çoğu kez son derece duyarlıklı saptanmaktadır. Fırça tipine ilk yaklaşım fabrika testleri sırasında yapılmakta, fakat son karar ancak kollektör yüzünde servis koşullarının dikte ettiği tabakanın oluşumundan sonra verilebilmektedir.

Test sırasında gözlenen komütasyon düzeyinin üzerine bölüm l'de açıklanan koşullar da eklenince, servis sırasındaki komütasyon çok daha kötü olmaktadır. Motorun tasarımı ve yapımında, bu test ötesi etkileri de dikkate almak gerekir.

3.2. Fırça ömrü: Aşağıdaki örneklerde de gösterildiği gibi, fırça ömrünü etkileyen nedenler hem elektrik, hem de mekanik çıkışıdır.

1. Çok iyi olmayan komütasyon özellikleri gösteren bir AA cer motoru (elektrikli dizide çalışıyor), iki ayrı tip banliyö servisinde kullanılmıştır. Aşağıdaki değerler, hızın fırça ömrü üzerindeki etkisini göstermektedir:

Ortalama istasyon arası uzaklığı (Km)	Fırça aşınması (Km/l cm aşınma)
1,85 (1 mil)	58 400
A,16 (2İ mil)	32 800

2. Hemen bütün koşullarda kıvılcımsız komütasyon gösteren diğer bir AA cer motorunun değişik servislerde gösterdiği özellik 1, in tam tersidir. Bu kez, sık duraklı çalışma için fırça ömrü daha kısadır.

Ortalama istasyon arası uzaklığı	Fırça aşınması (Km/l cm aşınma)
1,67 (0,9 mil)	43 800
4,64 (2,5 mil)	58 400

Bu motorun komütasyon özellikleri mükemmeldir. Fırça ömrünü yüksek akımla yüklenme süresi etkilemektedir.

3. Tepesi lastik takozlu fırçaların kullanılmasıyla sağlanan gelişme ve elde edilen

sonuçlar şöyledir:

Lastik takozsuz fırçalarda aşınma (Km/lcm aşınma)	Lastik takozlu fırçalarda aşınma (Km lcm aşınma)
25 500	51 000
36 500	58 400

3.3 Kollektörün eksantrikliği:

Bu terim kollektör dairesinin bütün bozukluklarını kapsar. Eksantrikliğin oluşması çeşitli nedenlere dayanır:

1. Endüvi oyuklarındaki iletkenlerin değişik reaktans gerilimleri nedeniyle oluşan kollektör dilimlerinin özel yanma desenleri.

2. Duran motora aşırı akımla yüklenme sonucu oluşan çıkıntılı yanıklar.

3. Flaş atlamalarının oluşturduğu ağır yanıklar.

Nasıl olursa olsun, yüzeydeki bu düzensizlikler görülmeye başlandığı zaman, fırçalar yüzeye uyamaz, hem yüzey hem de komütasyon giderek kötüleşir.

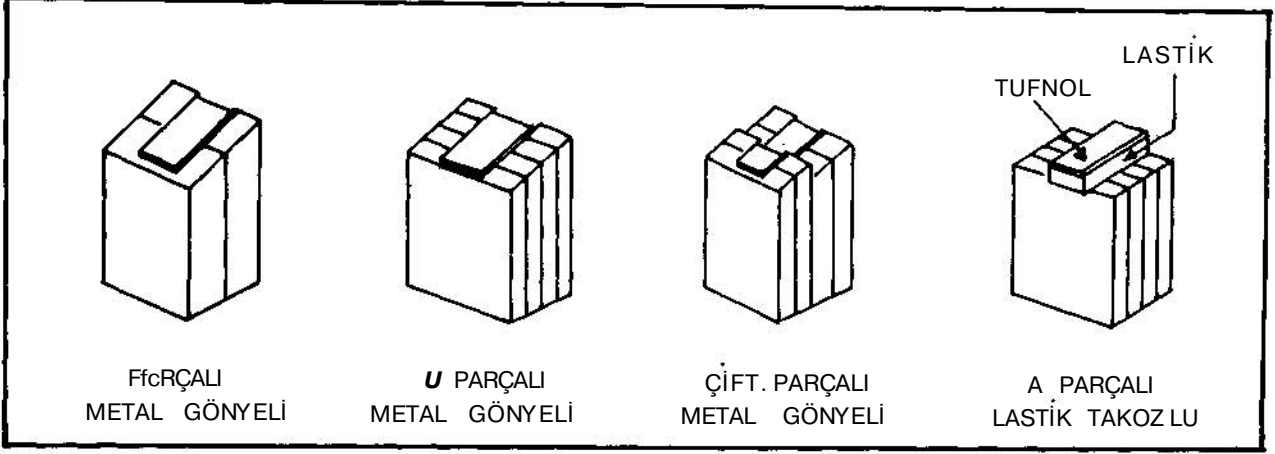
"Kollektör profili ölçme aygıtı"nın depolarda geniş çapta kullanılması sonucu, yüzey bozuklukları daha başlangıcında saptanabilmektedir.

3.4. Kollektör çizikleri: Üç değişik ana üreteç ve çeşitli tip yardımcı üreteç kollektörlerinde, 0,3 - 2,5 cm genişliğinde ve 1,6 mm derinliğinde dairesel çizikler görülmüştür. Aynı çizikler fırça yüzüne de yansımıştır.

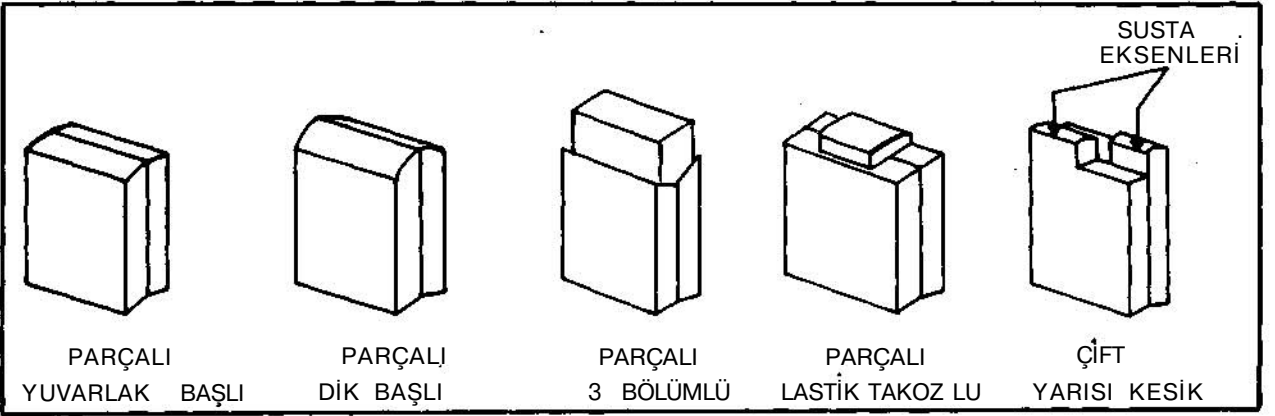
Kimi üreteçlerde, fırça akım yoğunluğunu artırarak (fırçalardan bir kısmını sökererek), diğerlerinde de fırça tipini değiştirerek çiziklerin azalması sağlanmıştır.

3.5. Flaş atlamaları: Kirlenmiş izolatörlerin (fırça tutucu) yüzey kaçakları nedeniyle oluşan flaşlara çok az rastlanmaktadır. Hemen bütün flaşlar, kollektördeki kıvılcımlarla başlar ve hangi nedenle olursa olsun kötü komütasyon özellikleri olan makinelerde görülür.

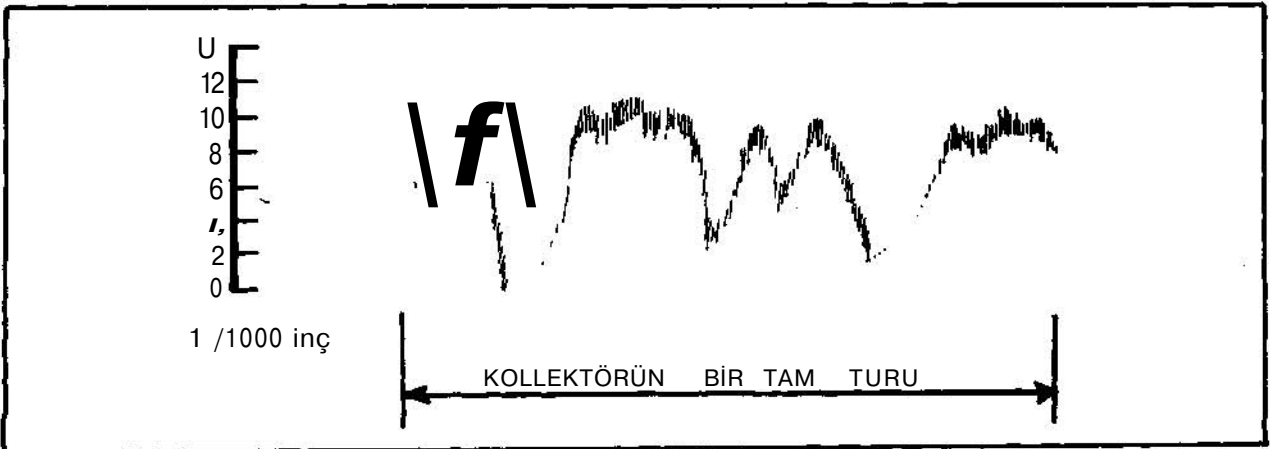
Diğer öğeler (yüksek dilim arası gerilimi, bakır birikmesi, demir ya da bakır tozları, yağ bulaşıkları gibi), çoğu kez flaşların yayılmasını kolaylaştıran yardımcı ortamı oluştururlar.



Şekil 1. Ana - üreteç fırçaları
(bağlantı iletkenleri gösterilmiyor)



Şekil 2. Cer motor fırçaları
(bağlantı iletkenleri gösterilmiyor)



Şekil 3. Tipik cer motor kollektör profilleri

3.6. Fırça kırılması: Cilalı görünümlü kollektör yüzeyiyle ilgilidir. Cilalanmanın sürtünme katsayısını artırdığına, fırça titreşiminin giderek arttığına ve sonunda fırçaların kırılmaya başladığına inanılmaktadır.

Olay çoğu kez, hafif yükte çalışma sonucu ortaya çıkmaktadır ve bugüne kadar fırça tipinin değiştirilmesiyle önlenmiştir.

3.7. Bakır birikmesi: Bakır birikmesi bütün cer motorlarının ortak sorunudur. En kötü birikimler, tek yöne dönen ana üreteçlerde görülür; hatta değişik tipte kimi üreteçlerde bu birikim dilim aralarını o kadar daraltmıştır ki, flaşlar gözlenebilmiştir.

Uygun fırça tipi saptanmaya kadar kollektör cam-elyaf (fiber glass) fırçalarla temizlenir. Uygun tip bulunduktan sonra, normal bakımın dışında bu temizleme işine gerek kalmamaktadır.

3.8. Kıvılcım sınırlarının (black-band) kayması: Bir cer motoru tipinde 37 000 Km'lik servis sonunda komütasyonun bozulduğu görüldü. Yapılan incelemeler, kollektör yüzünün servis koşulları ile değişmesinden sonra kıvılcım sınırlarının kaydığını ve bu durumda komütasyon kutbunun % 4 zayıf kaldığını ortaya çıkardı. Sorun, komütasyon kutbunun kuvvetlendirilmesi ve fırçalarda dairesel şaşırtma (circumferential staggering) ile giderildi.

Yukarıda anlatılan büyük kaymaya sık rastlanmaz. Pratikte, kıvılcım sınırlarının % 1'e kadar kayması olağan sayılmakta ve tasarım sırasında göz önüne alınmaktadır.

3.9. Kollektörün aşırı ısınması: Yalnız bir tip motorda görülen özel bir olaydır. Olağan dışı sıcaklık, kollektör yakalarındaki bağlantı lehimlerinin erimesi ile (erime noktası 220°C) motorun bozulmasına yol açmıştır.

Aşırı ısınma kollektöre fırçaların sürtünmesinden doğmaktadır. Bu sene (1964) başından beri, fırçalardan birinin içine gömülmüş bir termistor ile, motorun kollektör sıcaklığı (servis sırasında) sürekli izlenmiştir. Bu izlenimler, normal (100°C) değerinden 160°C'a kadar sıcaklık değişiminin 40 dak'dan fazla sürmediğini ve sı-

nır değerlerin ortam soğudukça arttığını göstermiştir.

Şimdi, çeşitli fırça tipleri için kollektör sıcaklıkları sürekli olarak kaydedilmektedir.

Diğer motor tiplerinde de kollektör aşırı ısınabilir, ancak ulaşılan sıcaklık değerleri, zarar verebilecek düzeye ulaşmamaktadır. Sorunun, kollektör cilalanması ve/veya bakır birikimi ile ilişkileri araştırılmaktadır.

3.10. Pislik ve yağ bulaşıkları: Flaşa olan katkılarının (3,5) yanı sıra şu sorunları da yaratırlar:

1. Fırçaların yatakları içinde sıkışmalar.
2. Yağ bulaşıklarının, faydalı kollektör yüzey tabakasının oluşmasını önlemesi.
3. Dilim arası boşlukların pislikle dolması ile oluşan atlamalar. Bir tip lokomotifte bu tür atlamalar motorlara büyük zarar vermiştir. Pratik, cer motor vantilatörlerinin temiz, yağ buharları ve yağ kaçakları olmayan yerlere konulmasının önemini göstermektedir. Yağ banyolu süzgeçler kullanıldığı zaman, hava hızı ve süzme işlemleri motorlara yağ emilmeyecek düzeyde, dikkatle seçilmelidir.

4. FIRÇALAR:

Modern cer motorları ve üreteçlerinde en çok kullanılan fırça tipleri Şekil 1 ve 2'de gösterilmektedir.

5. BAKIM:

Bir lokomotif ya da elektrikli tren dizisi bakım deposuna girdiği zaman, kollektör dilimlerinin yükseklik farkı ölçülmekte ve bu fark 76/1000 mm (.003")yi aştığı zaman kollektörler torna edilmektedir. Söz konusu yükseklik farkı sınırının kesinlikle saptanabilmesi için bütün depolarda, 3.3. bölümde adı geçen "kollektör profili ölçme aygıtı" geniş çapta kullanılmaktadır. Bu aygıtın ölçü kayıtlarından bazı örnekler Şekil 3'de görülmektedir.

Kollektörlerin yeniden torna edilmesi için gereken zaman (servis) motorun tasarım/yapımına ve lokomotifin çalışma koşullarına bağlı olarak büyük değişiklikler göstermektedir. Örneğin, bazı cer motorlarında

Tablo 1. 1950'den beri JI.D.na verilen cer motorlarının özellikleri.

(ELEKTRİK TİPİ)

Adet	soğutma tipi	yalıtım sınıfı	kutup ad.	sargı tipi	Devamlı rejim (tam-alan)				en k. / en b. kutup %	kutup/end amp-sarım (en k. kutup)	ortalama dilim arası volt (1)	reaktans volt (2)	fırça A/cm2 (3)	en büyük kolli. hızı m/san	fırça tipi
					hp	V	A	d/dak							
96	kendi	B	4	dalga	90	600	125	930	59	1,19	11,2	5,0	7,1	30	EG8567
52	kendi	B	4	dalga	119	550	180	-	-	-	-	-	7,4	33,5	EG14D
356	kendi	B	4	dalga	158	675	190	1200	47	0,82	15,5	-	8,5	41,7	(EG116 EG14D)
628	kendi	B	4	lap	185	620	250	1190	52	1,08	11,6	2,5	6,8	40,1	EG14D
284	kendi	B	4	dalga	189	693	220	1140	62	0,96	17,4	-	9,9	43,1	EG116
544	kendi	B	4	dalga	192	975	165	1320	58	1,01	18,4	4,9	6,8	45,7	EG14D
3200	kendi	F	4	dalga	225	675	280	985	53	1,2	17,7	5,4	8,7	42,7	EG14D
92	kendi	H	4	lap	256	580	355	1095	54	0,86	10,7	-	11,8	42,7	(EG116 EG99B/RA EG6749N
228	cebri	B	4	dalga	310	700	360	880	46	0,98	17,6	8,3	7,7	45,7	EG6749N
24	cebri	B	4	lap	358	675	425	1045	-	-	-	-	-	-	EG14D
42	cebri	B	4	lap	390	700	450	1330	65	1,11	11,8	5,0	9,3	47,8	EG6749N
96	cebri	B	6	lap	575	675	700	1167	60	0,71	13,2	5,5	9,9	47,8	EG14D
60	cebri	H	4	lap	743	837	707	1230	70	0,89	16,7	6,4*	11,9	44,1	EG14D
40	cebri	H	6	lap	750	850	725	1185	57	0,6	17,2	-	11,5	49,9	EG116
300	cebri	H	6	kompanse+lap	830	975	700	1175	72	1,04	20,0	4,7	10,7	40,1	EG14D

(1) Ortalama hat geriliminde

(2) Devamlı zayıf alan rejiminde

(3) Devamlı tam alan rejiminde

(DİZEL-ELEKTRİK TİPİ)

40	cebri	B	4	dalga	144	380	330	375	25	0,34	17,6	4,1	8,4	33	(EG6749N EG98B/T EG11S
40	cebri	B	4	lap	152	300	435	418	26	0,38	5,7	-	14,4	47,3	EG11S
352	cebri	H	4	dalga	158	397	350	480	46	0,52	11,5	-	11	40,1	EG99B/RA
236	cebri	B	4	lap	182	475	330	510	25	0,45	12,0	2,7	9,8	45,7	(EG6749N EG14D EG14D
40	kendi	B	4	lap	199	383	425	1360	81	0,92	11,5	-	11,6	40,6	EG14D
232	cebri	B	4	lap	210	375	485	350	26	0,38	7,7	-	16	53,4	EG99B/RA
1712	cebri	B	6	lap	212	300	600	362	21	0,29	7,3	5,8	10,5	44,7	EG14D
704	cebri	B	4	lap	213	515	350	549	25	0,45	12,0	3,7	10,4	45,2	EG14D
1500	cebri	H	4	lap	220	300	630	320	25	0,27	6,5	4,6	11,8	37,1	EG14D
188	cebri	B	4	lap	224	440	430	340	32	0,50	10,9	3,6	13,2	43,7	EG98B/T
276	cebri	B	4	lap	236	415	485	386	29	0,42	7,9	3,6	16	53	EG99B/RA
40	cebri	B	6	lap	250	250	850	350	-	-	-	-	11,9	44,7	EG14D
1000	cebri	H	4	lap	250	330	650	490	20	0,22	17,4	4,2	14,4	42,7	EG14D
1052	cebri	B	4	lap	275	375	600	530	27	0,42	8,8	4,8	11,8	44,2	EG14D
452	cebri	B	4	lap	305	580	440	450	32	0,50	13,2	4,8	13,5	33	EG98B/T
336	cebri	H/B	4	lap	331	392	700	527	23	0,36	9,3	6,1	13,8	43,7	EG14D
762	cebri	B	4	lap	337	620	440	680	45	0,72	13,2	5,3	13,5	46,8	EG98B/T
1200	cebri	F	4	lap	368	422	710	-	27	0,38	10,8	6,5	16,3	47,8	EG14D
132	cebri	H	4	lap	480	660	630	747	40	0,44	13,1	4,6	11,8	41,7	EG6749

(1) Dizel yük atma noktasında, (2) Devamlı zayıf alan rejiminde, (3) Devamlı tam alan rejiminde

280 000 Km'lik servisten sonra torna işlemleri gerekirken, kimi motorlar yeniden tornalanmadan Önce 460 000 Km'yi geçen servisler yapabilmektedir.

6. SONUÇ:

Servis koşullarının değişkenliği yüzünden, cer motorlarının kesin yapım değer ve orantılarını saptamak zordur.

Servis tecrübelerinden kazanılan bilgiler ışığında, yine de kollektör arızalarını azaltıcı ve geciktirici bazı temel kurallar ortaya konabilir. Tasarımın bu temel kuralların çerçevesi içinde kalması durumunda fırça tipi değişiklikleri/seçimi ile iyi makineler yaratılabilir.

Tasarıma iyi sonuç verecek dengeler sağlanabilmesi için aşağıdaki sınırların uygulanması tavsiye edilir:

Ana kutup/ endüvi reaksiyonu amper-sarım oranı	Elektrik : en 1,0 Dizel-elk 0,4
Ortalama dilim arası gerilimi	en çok 15 V
Fırça akım yoğunluğu	en çok 12,4 A/cm ²
En büyük kollektör yüzey hızı (en büyük servis hızında)	en çok 40,7 m/sn

Tablo -2. 1950den beri l.D.na verilen ana üreteçlerin özellikleri.

adet	a H H H H W H	P 3 T3 a3	sarşı tipi	Devamlı rejimde				ortalama dilim arası volt (D)	reaktans volt (Z)	fırça A/cm ² (Z)	enbfr. koli. m/sar.	fırça tipi
				kW	V	A	d/dak					
88	B	6	lap	406	397	700	1500	13	-	11,6	32	EG16
10	B	6	duplex lap	555	290	1740	1250	8,5	-	11,5	34,5	EG16
44	B	6	lap	590	410	1320	1250	19,7	6,0	10,9	33,5	EG12
128	B	6	lap	640	600	1070	850	16,6	4,6	12,3	29	EG16
10	B	6	lap	680	400	1700	1600	-	-	11,3	45,1	EG16
10	B	6	duplex lap	700	383	1700	1500	9,5	-	11,3	41,1	
47	B	10	lap	757	440	1720	750	19,6	6,3	10,5	38,6	EG98B/T
58	B	6	duplex lap	780	415	1700	1500	11,3	-	11,3	41,1	EG114
20	B	8	lap	790	480	1650	625	17,2	5,7	14,6	25,4	EG14
425	B	12	lap	820	545	1500	750	17,8	A,2	10,4	40,6	EG12
69	B	10	lap	890	415	1940	750	16,0	-	12,1	37,6	EG16
263	B	8	lap	900	750	1200	900	18,8	5,7	10,4	43,1	EG14
98	B	10	lap	1012	575	1760	750	19,6	6,4	10,9	38,6	EG14D
44	B/H	10	lap+kompanse	1090	660	1650	1125	19,6	5,2	10,1	49,3	EG16
250	B/H	10	lap+kompans e	1107	615	1800	850	19,6	6,1	14	37,1	EG16
200	B	10	lap	1313	730	1800	850	-	-	12,1	37,1	EG16
137	B	10	lap+kompanse	1531	580	2640	1080	26,0	12,6	9,8	49,3	EG98B/T
56	F	8	lap+kompanse	1650	785	2100	1080	22,5	5,7	13	46,2	EG114
103	F	8	lap+kompanse	1798	844	2130	1150	23,1	6,2	13,2	48,8	EG114
100	F	12	lap+kompanse	1805	423	4260	1150	18,7	5,5	14,7	48,8	EG114

(1) Dizel yük atma noktasında, (2) Devamlı akım rejiminde, BÜTÜN ÜRETEÇLER KENDİNDEN SOĞUTMALIDIR