

## Yüksek Verimli Transformatörlerin Yatırım Geri Dönüş Sürelerinin İncelenmesi

Hüzeyfe DOGRUKAN<sup>1</sup>, Ahmet TEKE<sup>\*2</sup>, Lütfü SARIBULUT<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Adana Bilim Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Adana

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Adana

Geliş tarihi: 10.01.2018

Kabul tarihi: 14.03.2018

### Öz

Elektrik dağıtım şebekesinde kullanılan 15 yaş ve üstü transformatörlerin teknik kayıplarının yüksek olması nedeniyle verimlilikleri düşüktür. Enerji verimliliğinin önemini artırması ve teknolojik gelişmeler sayesinde ülkemizde yüksek verimli transformatörler üretilmeye başlanmıştır. Bu çalışmayla literatürde ilk defa Nisan 2018'de üretime başlanacak daha yüksek verimli transformatörlerin, dağıtım şebekesinde kullanılan ve 2005 ve öncesi imal yılına sahip transformatörlerle değişiminin kamu ve özel şirketlere göre yatırım geri dönüş süreleri incelenmiştir. Transformatörlerdeki teknik kayıplarının azaltılmasıyla, elektrik şebekesindeki veriminin artması ve sera gazı emisyonunda azalma sağlanması da gerçekleşecektir.

**Anahtar kelimeler:** Transformatör kayıpları, Yüksek verimli transformatör, Enerji verimliliği

### Investigation of Investment Return Periods for High Efficiency Transformer

#### Abstract

Transformers over 15 years old used in electricity distribution network have low efficiency due to high technical losses. High efficiency transformers are started to produce in our country with the help of technological developments and increasing importance of energy efficiency. With this study, the investment turnaround periods of high efficiency transformers to be started production in April 2018, transformers used in the distribution network and transformers with production year 2005 and before have been examined according to public and private companies for the first time in the published literature. Reducing the technical losses on transformers, the increase on distribution network efficiency and reduction on greenhouse gas emissions will be ensured.

**Keywords:** Transformer losses, High efficiency transformers, Energy efficiency

---

\*Corresponding author (Sorumlu yazar): Ahmet TEKE, [ahmetteke@cu.edu.tr](mailto:ahmetteke@cu.edu.tr)

## 1. GİRİŞ

Transformatörler, enerji şebekesinde elektrik enerjisini farklı gerilim seviyelerine dönüştüren elektrik makinalarıdır. Her ne kadar çalışma verimleri oldukça yüksek olsa da, ulaşılan yüksek güç değerleri ve enerji şebekesinde var olan toplam transformatör sayısı dikkate alındığında, transformatör kayıplarının azaltılması amacıyla yapılan çalışmalar önemini korumaktadır [1]. Ülkemizde 21 adet Dağıtım şirketi vardır ve bu dağıtım şirketleri satın alacakları malzemeleri Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş.'nin (TEDAŞ) yayınladığı teknik şartnamelere uygun almak zorundadır. 2016 yılı Elektrik piyasası raporuna göre Türkiye'de toplam 436.299 adet dağıtım transformatörü bulunmaktadır [2].

Transformatörler belirli standartlara ve tüketici isteklerine göre üretilmektedir. Türkiye'de ise dağıtım transformatörleri ilk olarak 1995 yılında yayınlanan TEDAŞ-MYD/95-012 şartnamesi ile belirli standartları referans alınarak dağıtım şebekesinde kullanılacak transformatörlerin standartları belirlenmiştir. Transformatörlerde boşa (çekirdek) ve yükte (sargı) çalışma olmak üzere 2 farklı teknik kayıp görülmektedir. 1996-2018 yılları arasında dağıtım transformatörlerinin boşa ve yükte kayıpların değişimi Çizelge 1'de görülmektedir [3]. 2005 yılında üretilen 33-kV,1000-kVA bir transformatörün teknik kaybı toplam gücün %1,25'i iken, 2018 yılında üretilen 33-kV,1000-kVA bir transformatörde bu kayıp %0,92 olacaktır. Transformatör teknik kayıplarındaki azalma %33'tür.

**Çizelge 1.** TEDAŞ teknik şartnamelerinde transformatörün boşa ve yükte kayıplarındaki yıllara göre değişim

Transformatör kayıplarındaki değişim 2005-2018							
İşletme Gerilimi (kV)	Güç (kVA)	İlk Durum		1. Revize		2. Revize	
		Ocak-2005 12.C		Ocak-2013 12.E		Nisan-2017 12.F (Nisan 2018'den sonra geçerlidir.)	
		Boşa Kayıp (W)	Yükte Kayıp (W)	Boşa Kayıp (W)	Yükte Kayıp (W)	Boşa Kayıp (W)	Yükte Kayıp (W)
15,8	25					70	600
	50	190	1100	90	750	90	750
	100	320	1750	145	1250	145	1250
	160	460	2350	210	1700	210	1700
	250	650	3250	300	2350	300	2350
	400	930	4600	430	3250	430	3250
	630	1300	6500	600	4600	600	4600
	800	1500	8500	650	6000	650	6000
	1000	1700	10500	770	7600	770	7600
	1250	2100	13000	950	9500	950	9500
1600	2600	17000	1200	12000	1200	12000	
33	25					81	660
	50	230	1250	160	1050	105	825
	100	380	1950	270	1650	170	1375
	160	520	2550	390	2150	242	1925
	250	780	3500	550	3000	345	2585
	400	1120	4900	790	4150	495	3575
	630	1450	6650	1100	5500	690	5060
	800	1750	8700	1300	7000	750	6600
	1000	2000	10500	1450	8900	885	8360
	1250	2250	13000	1750	11500	1095	10450
1600	2800	17000	2200	14500	1380	13200	

2016 yılı Elektrik piyasası raporuna göre Türkiye'deki toplam 436.299 adet dağıtım transformatörü sayısı dikkate alındığında, transformatörlerdeki en küçük iyileştirmenin bile CO<sub>2</sub> emisyonunun azaltılmasına da faydası olacağı bir gerçektir. Transformatör kayıplarını azaltmanın CO<sub>2</sub> emisyonu üzerinde nasıl bir fayda sağlayacağı çalışmada detaylı olarak incelenmişti [4]. Bu çalışmada, yüksek verimli transformatörlerin, dağıtım şebekesinde kullanılan ve 2005 ve öncesi imal yılına sahip transformatörlerle değişiminin kamu ve özel şirketlere göre yatırım geri dönüş sürelerinin sonuçları sunulacaktır.

## 2. TRANSFORMATÖR KAYIPLARINDAKİ DEĞİŞİM

33kV, 50kVA dağıtım transformatörünün ilk yayınlanan şartnamede boşa kaybı 230 W yükteki kaybı 1250 W iken Nisan 2018'de boştaki kaybı

105 W yükteki kaybı 825 W olacaktır. Boştaki kayıptaki değişim %54 iken yükteki değişim %20'dir. Boştaki kayıplar yüklenmeden bağımsızdır ve transformatör enerjili kaldığı sürece bu kayıp olacaktır. Yükteki kayıplar ise yüke bağımlıdır transformatör yüklendikçe yükteki kayıp artmaktadır. Örneğin; 2005 imal yılına sahip bir dağıtım transformatörünün %50 yükte transformatörün hem boşa çalışma kaybı hem de %50 yükteki çalışma kaybı vardır. 2005 ve öncesi imal yılına sahip dağıtım transformatörlerinin yüklenme (%) durumlarına göre transformatör kayıplarındaki güç kaybı değişimi (W) Çizelge 2'de görülmektedir. Transformatör güçleri büyüdükçe verimleri artmaktadır. Örneğin, 2005 yılında üretilmiş bir 33kV, 100kVA bir transformatörün %50 yükteki kaybı toplam gücünün %0,87'si iken 33kV, 1000kVA bir transformatörde %0,46'sıdır.

**Çizelge 2.** Üretim yılı 2005 ve öncesi transformatörlerin doluluk oranına göre kayıplardaki değişim

2005 yılında üretilen transformatörlerin yüklenme durumuna göre transformatörlerin toplam kayıpları														
kV	Güç (kVA)	Kayıplar(W)		Yüklenme Oranına Göre Kayıplardaki Değişim (W)										
		Boşta (P0)	Yükte (Pk)	%0	%10	%20	%30	%40	%50	%60	%70	%80	%90	%100
15,8	50	190	1100	190	201	234	289	366	465	586	729	894	1081	1290
	100	320	1750	320	337,5	390	477,5	600	757,5	950	1177,5	1440	1737,5	2070
	160	460	2350	460	483,5	554	671,5	836	1047,5	1306	1611,5	1964	2363,5	2810
	250	650	3250	650	682,5	780	942,5	1170	1462,5	1820	2242,5	2730	3282,5	3900
	400	930	4600	930	976	1114	1344	1666	2080	2586	3184	3874	4656	5530
	630	1300	6500	1300	1365	1560	1885	2340	2925	3640	4485	5460	6565	7800
	800	1500	8500	1500	1585	1840	2265	2860	3625	4560	5665	6940	8385	10000
	1000	1700	10500	1700	1805	2120	2645	3380	4325	5480	6845	8420	10205	12200
	1250	2100	13000	2100	2230	2620	3270	4180	5350	6780	8470	10420	12630	15100
	1600	2600	17000	2600	2770	3280	4130	5320	6850	8720	10930	13480	16370	19600
33	50	230	1250	230	242,5	280	342,5	430	542,5	680	842,5	1030	1242,5	1480
	100	380	1950	380	399,5	458	555,5	692	867,5	1082	1335,5	1628	1959,5	2330
	160	520	2550	520	545,5	622	749,5	928	1157,5	1438	1769,5	2152	2585,5	3070
	250	780	3500	780	815	920	1095	1340	1655	2040	2495	3020	3615	4280
	400	1120	4900	1120	1169	1316	1561	1904	2345	2884	3521	4256	5089	6020
	630	1450	6650	1450	1516,5	1716	2048,5	2514	3112,5	3844	4708,5	5706	6836,5	8100
	800	1750	8700	1750	1837	2098	2533	3142	3925	4882	6013	7318	8797	10450
	1000	2000	10500	2000	2105	2420	2945	3680	4625	5780	7145	8720	10505	12500
	1250	2250	13000	2250	2380	2770	3420	4330	5500	6930	8620	10570	12780	15250
	1600	2800	17000	2800	2970	3480	4330	5520	7050	8920	11130	13680	16570	19800

2018 yılında üretilecek 33kV, 100kVA bir transformatörün %50 yükteki kaybı toplam gücünün %0,51'i iken 33kV, 1000kVA transformatörde %0,30'dur. Çizelge 3'ten 2018'de üretilecek yeni trafolar için yüklenme oranlarına göre toplam kayıpları görülmektedir. Bir transformatör merkezinde 2005 ve öncesi transformatörün 2018 üretimli transformatörlerle değişim sonrası toplam kayıptaki değişim Eşitlik 1 ve 2 ile belirlenebilmektedir.

$$\text{Yükteki Kayıp (PK)} = (\%K)^2 \times Pkd \quad (1)$$

**P0**=Boştaki Kayıp,

**Pk**=Yükteki Kayıp,

**%K**=Yüklenme oranı,

**Pkd**=Kısa devre durumundaki kayıp (maksimum yükteki kayıp),

$$\text{Kayıplardaki Değişim} = P0 (2005-2018) + Pk (2005-2018) \quad (2)$$

**Çizelge 3.** Nisan 2018'den sonra üretilecek transformatörlerin doluluk oranına göre kayıplardaki değişim

2018 yüklenme durumuna göre transformatörlerin toplam kayıpları														
İşletme Gerilimi (kV)	Güç (kVA)	Kayıplar (W)		Yüklenme Oranına Göre Kayıplardaki Değişim (W)										
		Boşta (P0)	Yükte (Pk)	%0	%10	%20	%30	%40	%50	%60	%70	%80	%90	%100
15,8	50	90	750	90	98	120	158	210	278	360	458	570	698	840
	100	145	1250	145	158	195	258	345	458	595	758	945	1158	1395
	160	210	1700	210	227	278	363	482	635	822	1043	1298	1587	1910
	250	300	2350	300	324	394	512	676	888	1146	1452	1804	2204	2650
	400	430	3250	430	463	560	723	950	1243	1600	2023	2510	3063	3680
	630	600	4600	600	646	784	1014	1336	1750	2256	2854	3544	4326	5200
	800	650	6000	650	710	890	1190	1610	2150	2810	3590	4490	5510	6650
	1000	770	7600	770	846	1074	1454	1986	2670	3506	4494	5634	6926	8370
	1250	950	9500	950	1045	1330	1805	2470	3325	4370	5605	7030	8645	10450
1600	1200	12000	1200	1320	1680	2280	3120	4200	5520	7080	8880	10920	13200	
33	50	105	825	105	113	138	179	237	311	402	509	633	773	930
	100	170	1375	170	184	225	294	390	514	665	844	1050	1284	1545
	160	242	1925	242	261	319	415	550	723	935	1185	1474	1801	2167
	250	345	2585	345	371	448	578	759	991	1276	1612	1999	2439	2930
	400	495	3575	495	531	638	817	1067	1389	1782	2247	2783	3391	4070
	630	690	5060	690	741	892	1145	1500	1955	2512	3169	3928	4789	5750
	800	750	6600	750	816	1014	1344	1806	2400	3126	3984	4974	6096	7350
	1000	885	8360	885	969	1219	1637	2223	2975	3895	4981	6235	7657	9245
	1250	1095	10450	1095	1200	1513	2036	2767	3708	4857	6216	7783	9560	11545
1600	1380	13200	1380	1512	1908	2568	3492	4680	6132	7848	9828	12072	14580	

Ülkemizde elektrik birim fiyatları Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından yayınlanmaktadır [5]. Elektrik birim fiyatları kullanıcıya özel olarak mesken, sanayi ve ticarethane olarak değişim göstermektedir (Çizelge 4).

2005 ve öncesi imal yılına sahip bir dağıtım transformatörünün, Nisan 2018'de üretilecek bir dağıtım transformatörüyle değişimi sonrasında kayıplardaki değişim Çizelge 5'te görülmektedir.

**Çizelge 4.** Türkiye'de elektrik birim fiyatları (KDV ve vergiler dahil)

Tek zamanlı Elektrik Birim Fiyatı	
Tarife	Elektrik Fiyatı
Sanayi	0,3624 TL
Ticarethane	0,4152 TL
Mesken (Ev)	0,4117 TL
Alçak Gerilim - Tek Zamanlı - 1 kWh	

**Çizelge 5.** 2005 ve öncesi imal yılına sahip transformatörlerin Nisan 2018 üretimli transformatörlerle değişimi sonrası kayıplardaki değişim

Değişim sonrası kayıplarda değişim (2005 ve öncesi ile Nisan 2018)														
İşletme Gerilimi (kV)	Güç (kVA)	Kayıplar(W)		Yüklenme Oranına göre toplam Kayıp(W)										
		Boşta (P0) 2005 ve Öncesi	Boşta (P0) 2018	%0	%10	%20	%30	%40	%50	%60	%70	%80	%90	%100
15,8	50	190	90	100	104	114	132	156	188	226	272	324	384	450
	100	320	145	175	180	195	220	255	300	355	420	495	580	675
	160	460	210	250	257	276	309	354	413	484	569	666	777	900
	250	650	300	350	359	386	431	494	575	674	791	926	1079	1250
	400	930	430	500	514	554	622	716	838	986	1162	1364	1594	1850
	630	1300	600	700	719	776	871	1004	1175	1384	1631	1916	2239	2600
	800	1500	650	850	875	950	1075	1250	1475	1750	2075	2450	2875	3350
	1000	1700	770	930	959	1046	1191	1394	1655	1974	2351	2786	3279	3830
	1250	2100	950	1150	1185	1290	1465	1710	2025	2410	2865	3390	3985	4650
	1600	2600	1200	1400	1450	1600	1850	2200	2650	3200	3850	4600	5450	6400
33	50	230	105	125	129	142	163	193	231	278	333	397	469	550
	100	380	170	210	216	233	262	302	354	417	492	578	676	785
	160	520	242	278	284	303	334	378	434	503	584	678	784	903
	250	780	345	435	444	472	517	581	664	764	883	1021	1176	1350
	400	1120	495	625	638	678	744	837	956	1102	1274	1473	1698	1950
	630	1450	690	760	776	824	903	1014	1158	1332	1539	1778	2048	2350
	800	1750	750	1000	1021	1084	1189	1336	1525	1756	2029	2344	2701	3100
	1000	2000	885	1115	1136	1201	1308	1457	1650	1885	2164	2485	2848	3255
	1250	2250	1095	1155	1181	1257	1385	1563	1793	2073	2405	2787	3221	3705
	1600	2800	1380	1420	1458	1572	1762	2028	2370	2788	3282	3852	4498	5220

### 3. TRANSFORMATÖRLERİN DEĞİŞİMİ SONRASI ELDE EDİLECEK KARIN HESAPLANMASI

Nisan 2018 üretimli verimli transformatörlerin mevcut 2005 ve öncesi imal yılına sahip transformatörlerle değişiminin sanayi aboneleri için Türk Lirası karşılığı Çizelge 6'da görülmektedir. Ortalama %60 yüke sahip ve imal yılı 2005 veya daha eski bir 33kV, 1000 kVA transformatörün, 2018 üretimli bir transformatörlerle değişimi sonrası bir yılda 5.985 TL kar edilecektir.

**Bir Yılda Elde Edilecek Kar** = ((Kayıplardaki Toplam Değişim/1000)) \* 24(saat) \* 365 Gün \* Sanayi Birim Fiyat (3)

**Sanayi Abonesi:** %60 yüklü bir 33kV, 1000 kVA transformatör için;

Sanayi birim fiyat (kWh)= 0,3624 TL, %60 yükteki kaybı=1885,4 Watt,

Bir yılda elde edilecek;

Kar= ((1885,4/1000)\*24\*365\*0,3624)=5985 TL.

**Mesken Abonesi:** %60 yüklü bir 33kV, 1000 kVA Transformatör için;

Mesken birim fiyat (kWh)= 0,4117 TL, %60 yükteki kaybı=1885,4 Watt.

Bir yılda elde edilecek;

Kar=((1885,4/1000)\*24\*365\*0,4117)=6799 TL.

**Çizelge 6.** Sanayi aboneleri 2005 ve öncesi imal yılına sahip transformatörlerin Nisan 2018 üretimli transformatörlerle değişimi sonrası bir yılda elde edilecek kar

Değişim sonrası kayıplarda değişim (2005 ve öncesi ile 2018) ve yüklenme oranına göre geri dönüşüm süreleri (yıl)														
İşletme Gerilimi (kV)	Güç (kVA)	Kayıplar(W)		Transformatör Doluluk Oranına Göre Elde Edilecek Kar (TL)										
		Boşta (P0) 2005 ve Öncesi	Boşta (P0) 2018	%0	%10	%20	%30	%40	%50	%60	%70	%80	%90	%100
15,8	50	190	90	317	329	362	417	495	595	717	862	1,029	1,217	1,429
	100	320	145	556	571	619	698	810	952	1,127	1,333	1,571	1,841	2,143
	160	460	210	794	814	876	979	1,124	1,310	1,537	1,805	2,114	2,465	2,857
	250	650	300	1,111	1,140	1,225	1,368	1,568	1,825	2,140	2,511	2,940	3,425	3,968
	400	930	430	1,587	1,630	1,759	1,973	2,273	2,659	3,130	3,687	4,330	5,059	5,873
	630	1300	600	2,222	2,283	2,464	2,765	3,187	3,730	4,394	5,178	6,083	7,108	8,254
	800	1500	650	2,698	2,778	3,016	3,413	3,968	4,683	5,556	6,587	7,778	9,127	10,635
	1000	1700	770	2,952	3,044	3,321	3,781	4,425	5,254	6,267	7,464	8,845	10,410	12,159
	1250	2100	950	3,651	3,762	4,095	4,651	5,429	6,429	7,651	9,095	10,762	12,651	14,762
1600	2600	1200	4,444	4,603	5,079	5,873	6,984	8,413	10,159	12,222	14,603	17,302	20,318	
33	50	230	105	397	410	451	518	613	734	883	1,058	1,260	1,490	1,746
	100	380	170	667	685	740	831	959	1,123	1,324	1,561	1,835	2,145	2,492
	160	520	242	883	902	962	1,061	1,200	1,379	1,597	1,855	2,152	2,490	2,867
	250	780	345	1,381	1,410	1,497	1,642	1,846	2,107	2,427	2,804	3,240	3,734	4,286
	400	1120	495	1,984	2,026	2,152	2,363	2,657	3,036	3,498	4,045	4,676	5,391	6,191
	630	1450	690	2,413	2,463	2,615	2,867	3,220	3,675	4,230	4,886	5,643	6,501	7,460
	800	1750	750	3,175	3,241	3,441	3,775	4,241	4,841	5,575	6,441	7,441	8,575	9,841
	1000	2000	885	3,540	3,608	3,811	4,151	4,627	5,238	5,985	6,869	7,888	9,043	10,333
	1250	2250	1095	3,667	3,748	3,991	4,395	4,962	5,691	6,581	7,633	8,848	10,224	11,762
1600	2800	1380	4,508	4,629	4,991	5,594	6,438	7,524	8,851	10,419	12,229	14,279	16,572	

Türkiye’de elektriksel malzemelerin tutarları, montaj bedelleri Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş (TEDAŞ) tarafından yayınlanan birim fiyatlar kitabında yer almaktadır. TEDAŞ her yıl için birim fiyatları güncellemektedir. TEDAŞ’ın yayınladığı 2016 yılı Transformatörler birim fiyatlar Çizelge 7’de görülmektedir.

Nisan 2018’de üretilmeye başlanacak transformatörlerin boşta ve yükteki kayıplarının azaltılması için nüve ve bobin tasarımları değişecek ve yeni teknoloji yatırımları gerekecektir. Bu durum transformatör fiyatlarında artışa sebep olacaktır. Yeni teknoloji maliyeti ve enflasyonun transformatör birim fiyatlarında %40’lık bir artış yapacağı ön görülmektedir. Eşitlik 4, Çizelge 9 ve Çizelge 10’da YGDS hesabı için kullanılmıştır. Eski trafonun hurda bedeli yatırım geri dönüş süresinde pozitif etkiye sebep olurken, yeni teknoloji maliyeti birim fiyatta artışa sebep olmaktadır.

**Çizelge 7.** TEDAŞ 2016 ve 2018 için öngörülen transformatör birim fiyatları

İşletme Gerilimi (kV)	Güç (kVA)	Birim Fiyat (TL)	2018 öngörülen birim fiyat(TL)
15,8	50	5.140	7.196
	100	6.628	9.279
	160	8.927	12.498
	250	11.249	15.749
	400	13.841	19.377
	630	19.798	27.717
	800	24.210	33.894
	1000	27.406	38.368
	1250	30.808	43.131
1600	36.556	51.178	
33	50	5.752	8.053
	100	7.123	9.972
	160	9.639	13.495
	250	11.863	16.608
	400	15.008	21.011
	630	21.149	29.609
	800	26.581	37.213
	1000	29.789	41.705
	1250	33.271	46.579
1600	40.008	56.011	

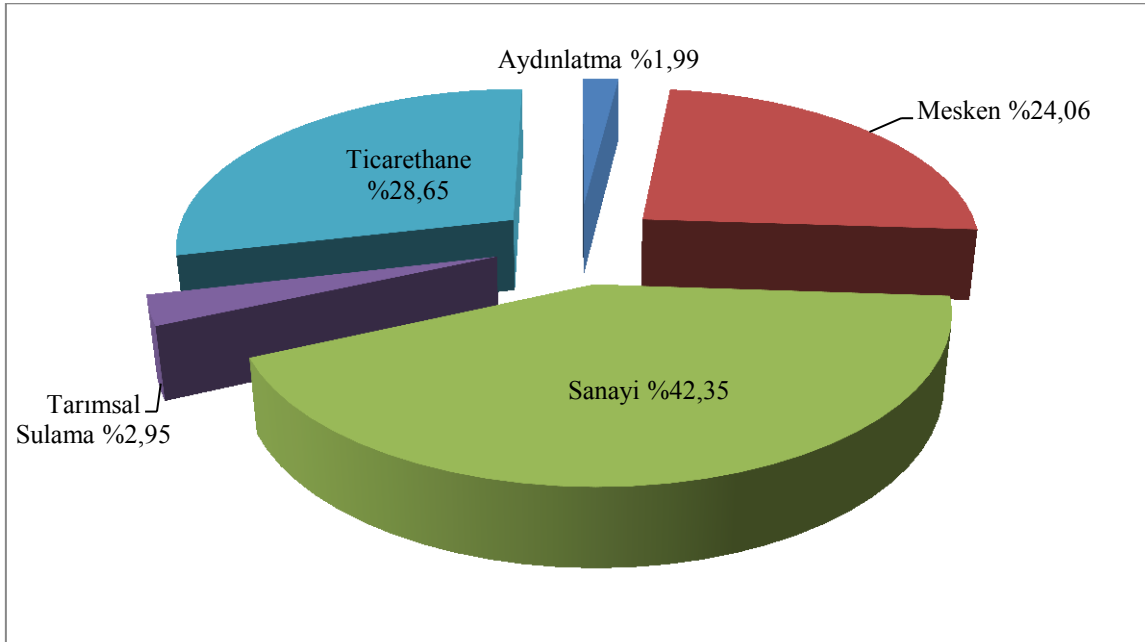
$YGDS = \frac{(\text{Birim Fiyat} + \text{BFA}) - \text{HF}}{\%KF}$  (4)  
YGDS= Yatırım Geri Dönüş Süresi,  
BF = TEDAŞ 2016 Transformator Birim Fiyatları,  
BFA = Birim fiyattaki artış,  
HF= Eski Transformatorün hurda bedeli,  
%KF= Transformatorlerin ortalama çalışma oranları (Kullanım Faktörü)

Çizelge 8’de geri dönüşüm süresi hesabında kullanılan transformatorlere ait hurda bedelleri sunulmuştur [6]. Çizelge 9 ve 10’da ise sırasıyla 2005 ve öncesi imal yılına sahip transformatorlerin Nisan 2018’den sonra üretilecek transformatorlerle

değişiminin sanayi ve mesken aboneleri göre amortisman süreleri sunulmuştur.

### 3. SONUÇLAR

Enerji verimliliğinin büyük öneme sahip olduğu ülkemizde özellikle sanayi kullanıcılarına büyük pay düşmektedir. Bugün orta ölçekli bir sanayi kuruluşu küçük bir mahallenin tükettiği elektriğe eşdeğer enerji tüketimi sahiptir. Şekil 1’den de görüldüğü üzere ülkemizde faturalanan elektrik tüketiminin %42,35’i sanayi kullanıcıdır [2].



Şekil 1. 2016 yılı faturalanan tüketimin tüketici türüne göre dağılımı

Çizelge 9 detaylı incelendiğinde 2005 ve öncesi imal yılına, yıl boyu ortalama % 60 doluluğa sahip bir 33 kV,1000kVA sanayi aboneli kullanıcının transformatorünün Nisan 2018 üretimli transformatorle değişiminin amortisman süresi 6,2 yıldır.

Transformatorlerin ömürleri sargılarındaki kâğıtlarının ömürleriyle paraleldir. Transformatorlerin faydalı ömürleri 40-50 yıldır ve 6,2 yıllık amortisman süresi bir dağıtım

transformatorü için ideal bir amortisman süresidir [7]. Ülkemizde elektrik kullanıcılarını büyük çoğunluğunun elektrik sayaçları transformatorlerin girişindedir. Bu durum transformatorler kayıplarının kullanıcının faturasına yansımaya sebep olmaktadır. Yüksek verimli transformatorlerin kullanılmasıyla birlikte transformator teknik kayıpları azaltılarak; enerji verimliliği, ekonomik tasarruf ve çevresel etkilerin azaltılması konularında önemli kazançlar sağlanmış olacaktır.

**Çizelge 8.** Transformatörlerin hurda bedelleri [6]

İşletme gerilimi kV	Güç (kVA)	Aktif kısım ağırlığı (kg)	Yağ ağırlığı (kg)	Toplam (kg)	Hurda birim fiyatlar (kg/TL)	Hurda bedeli (TL)
15,8	50	360	145	580	1,58	916,4
	100	551	210	875		1382,5
	160	731	248	1125		1777,5
	250	930	360	1500		2370
	400	1360	505	2195		3468,1
	630	1730	604	2745		4337,1
	800	2190	663	3318		5242,44
	1000	2450	856	3890		6146,2
	1250	2452	925	4020		6351,6
1600	3248	1152	5240	8279,2		
33	50	320	130	510	1,58	805,8
	100	470	180	740		1169,2
	160	665	230	1015		1603,7
	250	765	305	1230		1943,4
	400	1000	380	1590		2512,2
	630	1400	505	2220		3507,6
	800	1805	550	2715		4289,7
	1000	1850	665	2935		4637,3
	1250	2055	785	3345		5285,1
1600	2375	840	3495	5522,1		

**Çizelge 9.** 2005 ve Öncesi imal yılına sahip transformatörlerin Nisan 2018'den sonra üretilecek Transformatörlerle değişiminin sanayi aboneleri göre amortisman süreleri

Sanayi Aboneleri İçin Değişim Sonrası Amortisman Süresi (YIL)															
İşletme gerilimi (kV)	Güç kVA	2018 birim fiyat (TL)	Eski trafonun hurda bedeli (TL)	Son birim fiyat (TL)	Transformatör doluluk oranına göre amortisman süreleri (yıl)										
					%0	%10	%20	%30	%40	%50	%60	%70	%80	%90	%100
15,8	50	7,196	916	6,280	19,8	19,1	17,4	15,0	12,7	10,5	8,8	7,3	6,1	5,2	4,4
	100	9,279	1,383	7,897	14,2	13,8	12,8	11,3	9,8	8,3	7,0	5,9	5,0	4,3	3,7
	160	12,498	1,778	10,720	13,5	13,2	12,2	10,9	9,5	8,2	7,0	5,9	5,1	4,3	3,8
	250	15,749	2,370	13,379	12,0	11,7	10,9	9,8	8,5	7,3	6,3	5,3	4,6	3,9	3,4
	400	19,377	3,468	15,909	10,0	9,8	9,0	8,1	7,0	6,0	5,1	4,3	3,7	3,1	2,7
	630	27,717	4,337	23,380	10,5	10,2	9,5	8,5	7,3	6,3	5,3	4,5	3,8	3,3	2,8
	800	33,894	5,242	28,652	10,6	10,3	9,5	8,4	7,2	6,1	5,2	4,3	3,7	3,1	2,7
	1000	38,368	6,146	32,222	10,9	10,6	9,7	8,5	7,3	6,1	5,1	4,3	3,6	3,1	2,7
	1250	43,131	6,352	36,780	10,1	9,8	9,0	7,9	6,8	5,7	4,8	4,0	3,4	2,9	2,5
1600	51,178	8,279	42,899	9,7	9,3	8,4	7,3	6,1	5,1	4,2	3,5	2,9	2,5	2,1	
33	50	8,053	806	7,247	18,3	17,7	16,1	14,0	11,8	9,9	8,2	6,9	5,8	4,9	4,2
	100	9,972	1,169	8,803	13,2	12,9	11,9	10,6	9,2	7,8	6,6	5,6	4,8	4,1	3,5
	160	13,495	1,604	11,891	13,5	13,2	12,4	11,2	9,9	8,6	7,4	6,4	5,5	4,8	4,1
	250	16,608	1,943	14,665	10,6	10,4	9,8	8,9	7,9	7,0	6,0	5,2	4,5	3,9	3,4
	400	21,011	2,512	18,499	9,3	9,1	8,6	7,8	7,0	6,1	5,3	4,6	4,0	3,4	3,0
	630	29,609	3,508	26,101	10,8	10,6	10,0	9,1	8,1	7,1	6,2	5,3	4,6	4,0	3,5
	800	37,213	4,290	32,924	10,4	10,2	9,6	8,7	7,8	6,8	5,9	5,1	4,4	3,8	3,3
	1000	41,705	4,637	37,067	10,5	10,3	9,7	8,9	8,0	7,1	6,2	5,4	4,7	4,1	3,6
	1250	46,579	5,285	41,294	11,3	11,0	10,3	9,4	8,3	7,3	6,3	5,4	4,7	4,0	3,5
1600	56,011	5,522	50,489	11,2	10,9	10,1	9,0	7,8	6,7	5,7	4,8	4,1	3,5	3,0	



**Çizelge 10.** 2005 ve öncesi imal yılına sahip transformatörlerin Nisan 2018'den sonra üretilen transformatörlerle değişiminin mesken aboneleri göre amortisman süreleri

Mesken aboneleri için değişim sonrası amortisman süresi (yıl)															
İşletme gerilimi (kV)	Güç (kVA)	2018 öngörülen birim fiyat (TL)	Eski trafonun hurda bedeli (TL)	Son birim fiyat (TL)	Transformatör doluluk oranına göre amortisman süreleri (yıl)										
					%0	%10	%20	%30	%40	%50	%60	%70	%80	%90	%100
15,8	50	7,196	916	6,280	17,4	16,8	15,3	13,2	11,2	9,3	7,7	6,4	5,4	4,5	3,9
	100	9,279	1,383	7,897	12,5	12,2	11,2	10,0	8,6	7,3	6,2	5,2	4,4	3,8	3,2
	160	12,498	1,778	10,720	11,9	11,6	10,8	9,6	8,4	7,2	6,1	5,2	4,5	3,8	3,3
	250	15,749	2,370	13,379	10,6	10,3	9,6	8,6	7,5	6,5	5,5	4,7	4,0	3,4	3,0
	400	19,377	3,468	15,909	8,8	8,6	8,0	7,1	6,2	5,3	4,5	3,8	3,2	2,8	2,4
	630	27,717	4,337	23,380	9,3	9,0	8,4	7,4	6,5	5,5	4,7	4,0	3,4	2,9	2,5
	800	33,894	5,242	28,652	9,3	9,1	8,4	7,4	6,4	5,4	4,5	3,8	3,2	2,8	2,4
	1000	38,368	6,146	32,222	9,6	9,3	8,5	7,5	6,4	5,4	4,5	3,8	3,2	2,7	2,3
	1250	43,131	6,352	36,780	8,9	8,6	7,9	7,0	6,0	5,0	4,2	3,6	3,0	2,6	2,2
	1600	51,178	8,279	42,899	8,5	8,2	7,4	6,4	5,4	4,5	3,7	3,1	2,6	2,2	1,9
33	50	8,053	806 ₺	7,247	16,1	15,5	14,2	12,3	10,4	8,7	7,2	6,0	5,1	4,3	3,7
	100	9,972	1,169	8,803	11,6	11,3	10,5	9,3	8,1	6,9	5,9	5,0	4,2	3,6	3,1
	160	13,495	1,604	11,891	11,9	11,6	10,9	9,9	8,7	7,6	6,6	5,6	4,9	4,2	3,7
	250	16,608	1,943	14,665	9,3	9,2	8,6	7,9	7,0	6,1	5,3	4,6	4,0	3,5	3,0
	400	21,011	2,512	18,499	8,2	8,0	7,6	6,9	6,1	5,4	4,7	4,0	3,5	3,0	2,6
	630	29,609	3,508	26,101	9,5	9,3	8,8	8,0	7,1	6,3	5,4	4,7	4,1	3,5	3,1
	800	37,213	4,290	32,924	9,1	8,9	8,4	7,7	6,8	6,0	5,2	4,5	3,9	3,4	2,9
	1000	41,705	4,637	37,067	9,2	9,0	8,6	7,9	7,1	6,2	5,5	4,8	4,1	3,6	3,2
	1250	46,579	5,285	41,294	9,9	9,7	9,1	8,3	7,3	6,4	5,5	4,8	4,1	3,6	3,1
	1600	56,011	5,522	50,489	9,9	9,6	8,9	7,9	6,9	5,9	5,0	4,3	3,6	3,1	2,7

#### 4. KAYNAKLAR

1. Nalkaçan, S., 2016. A Sınıfı Kayıplı Transformatörler, Electrotech Dijital Dergisi, Aralık 2017.
2. Elektrik Piyasası 2016 Yılı Piyasa Gelişim Raporu, 2016.
3. TEDAŞ, Malzeme Teknik Şartnameleri. [http://www.tedas.gov.tr/#!tedas\\_sartnameler\\_ar](http://www.tedas.gov.tr/#!tedas_sartnameler_ar) ge Aralık 2017.
4. Zağlı, M., 2011. Transformatörlerde Enerji Verimliliği ve Çevresel Etkisi, İyileştirme Boyutları, EMO II. Elektrik Tesisat Ulusal Kongresi Bildirileri, 2011.
5. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, <http://www.epdk.org.tr/TR/Dokumanlar/TDB/Elektrik>, Aralık 2017.
6. Transformatör Elektro Mekanik Şirketi <http://www.betatransformer.com/>, Aralık 2017.
7. Haliloğlu, A., 2017. Yük Harmoniklerinin Yağlı Tip Güç Transformatörlerindeki Sıcak Nokta Sıcaklığına Dinamik Termal Model Üzerindeki Etkisi, EMO, Aralık 2017.

