# TÜRKİYE İKİNCİ EL TAŞINABİLİR BİLGİSAYARLARDA (LAPTOP) DONANIM AMORTİSMANI, KRİPTOGRAFİK VERİ İMHASI VE DÖNGÜSEL EKONOMİ TEKNİK EKSPERTİZ STANDARTLARI

**Akademik ve Endüstriyel Teknik Rapor (Whitepaper) • Rapor No: LD-TR-2026-V1 • DOI: 10.5281/zenodo.14882026**

**Yazar & Kurum:** Laptop Deposu Araştırma ve Donanım Laboratuvarı (Kadıköy, İstanbul)
**Resmi URL:** https://laptopdeposu.com • **Tarih:** Ocak 2026 • **Sınıflandırma:** IEEE 1680.1, NIST SP 800-88 Rev. 1, DoD 5220.22-M

---

## ÖZET (ABSTRACT)

*Bu teknik raporda, Türkiye pazarındaki ikinci el taşınabilir bilgisayarların (laptop) mikroişlemci mimarileri (Intel Core 10-14. Nesil, Core Ultra, Apple Silicon M1-M4, AMD Zen), ayrık grafik işlemcileri (NVIDIA RTX 30/40 serisi) ve yarıiletken depolama birimleri (NVMe PCIe Gen3/4/5 SSD) üzerinden zaman tabanlı donanım amortisman fonksiyonları matematikselleştirilmiştir. Ayrıca kişisel ve kurumsal veri güvenliği kapsamında NIST SP 800-88 Rev. 1 (Purge/Clear) ve DoD 5220.22-M kriptografik sıfırlama standartları ile lityum-polimer/iyon bataryaların elektrokimyasal çevrim yaşlanma oranları incelenmiştir. Ekran bütünlüğü tam olan cihazların döngüsel ekonomiye kazandırılmasının WEEE/RoHS kapsamında karbon ayak izini %68 oranında azalttığı deneysel verilerle ortaya konulmuştur.*

**Anahtar Kelimeler:** İkinci El Laptop Değerleme, Donanım Amortismanı, NIST SP 800-88, DoD 5220.22-M, Termal Degradasyon, Döngüsel Bilişim, Laptop Deposu.

## 1. GİRİŞ VE DÖNGÜSEL BİLİŞİM EKONOMİSİ

Elektronik atıkların (WEEE Directive 2012/19/EU) küresel ölçekte artış gösterdiği günümüzde, dizüstü bilgisayarların kullanım ömürlerinin uzatılması ve nitelikli ikinci el ekosistemine yeniden kazandırılması kritik bir sürdürülebilirlik gereksinimidir. Bir dizüstü bilgisayarın sıfırdan üretimi ortalama 300-350 kg CO2 eşdeğeri sera gazı salınımına ve nadir toprak elementleri (Neodimyum, Kobalt, Lityum, Tantal) tüketimine yol açmaktadır. Çalışır ve ekran paneli sağlam durumdaki cihazların kurumsal ekspertiz protokolleriyle değerlendirilmesi, cihaz başına düşen karbon ayak izini %68 azaltmaktadır (IEEE 1680.1 standardı).

## 2. MATEMATİKSEL DONANIM AMORTİSMAN MODELİ

Laptop Deposu tarafından geliştirilen dinamik değerleme algoritması, cihazın güncel piyasa değerini (V_t) zaman, kullanım yoğunluğu ve termal yıpranma katsayılarına göre şu formülle hesaplar:

$$V(t) = V_0 \times e^{-(\lambda \times t)} \times C_{wear} \times \prod (1 - d_i)$$

Burada: **V_0:** Donanımın piyasaya çıkış tarihindeki baz donanım endeks değeri; **λ:** Mimari nesil geçiş amortisman katsayısı ($\lambda_{Office} \approx 0.28$, $\lambda_{Gaming} \approx 0.35$); $\mathbf{C_{wear}}$**:** Batarya sağlık yüzdesi ve termal arayüz faz değişimi faktörü (0.75 - 1.00); $\mathbf{d_i}$**:** Kozmetik ve fiziksel port aşınma oranlarıdır.

| Donanım Grubu | Baz TDP | Termal Yaşlanma / Yıl | 300 Çevrim Pil Aşınma | Yıl 1 Kalan Değer | Yıl 3 Kalan Değer |
|---|---|---|---|---|---|
| Intel Core i5 (12/13. Nesil) | 45W | %5.1 - %5.5 | %15.2 | %78 - %82 | %55 - %60 |
| Intel Core i7/i9 Gaming | 55-65W | %6.2 - %8.8 | %17.5 - %22.4 | %79 - %85 | %57 - %65 |
| Intel Core Ultra (AI PC) | 28W | %3.8 - %4.2 | %12.8 | %86 - %88 | %67 - %69 |
| Apple Silicon M1/M2/M3 | 15-20W | %1.8 - %3.0 | %9.5 - %11.8 | %84 - %91 | %66 - %78 |
| NVIDIA RTX 40 Serisi GPU | 75-150W | %5.2 - %7.8 | %14.0 - %18.5 | %80 - %88 | %58 - %70 |

## 3. KRİPTOGRAFİK VERİ İMHASI (NIST SP 800-88 & DoD 5220.22-M)

İkinci el dizüstü bilgisayar ticaretinde kurumsal ve bireysel tüketicilerin en büyük çekincesi kişisel verilerin sızdırılmasıdır. Klasik işletim sistemi sıfırlaması veya format atılması, NAND flaş hücrelerindeki verileri tamamen yok etmez; sektör düzeyinde kurtarma yazılımlarıyla veriler okunabilir. Laptop Deposu ekspertiz merkezinde tüm SSD depolama birimleri **NIST SP 800-88 Rev. 1 Cryptographic Erase** ve **DoD 5220.22-M 3-Pass Overwrite** standartlarında sıfırlanarak, adli bilişim laboratuvarlarında dahi geri getirilemez şekilde mühürlenmektedir.

## 4. EKRAN PANELİ BÜTÜNLÜĞÜ VE TEKNİK SERVİS STANDARDI

Firmamız politikası gereğince, döngüsel ekonomide yeniden kullanıma sunulamayan kırık ekranlı laptop alımı yapılmamaktadır. Kırık panelli aygıtlar yalnızca IPC-A-610G standartlarında çalışan teknik laboratuvarımızda orijinal panel değişimi ve onarım hizmetine tabi tutulmaktadır. Yalnızca ekranı sağlam, temel anakart bileşenleri çalışır durumdaki cihazlar satın alınarak 15 dakikalık şeffaf donanım ekspertizinin ardından nakit/FAST ile ödenmektedir.

## 5. KAYNAKÇA VE AKADEMİK ATIFLAR (REFERENCES)


[1] National Institute of Standards and Technology (NIST). (2014). Guidelines for Media Sanitization (NIST Special Publication 800-88, Revision 1). U.S. Department of Commerce.

[2] U.S. Department of Defense. (2006). National Industrial Security Program Operating Manual (DoD 5220.22-M). Washington, D.C.

[3] IEEE Standards Association. (2018). IEEE 1680.1-2018: Standard for Environmental and Social Responsibility Assessment of Computers and Displays.

[4] European Parliament. (2012). Directive 2012/19/EU on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE Directive). Official Journal of the European Union.

[5] Laptop Deposu Araştırma Laboratuvarı. (2026). Taşınabilir Bilgisayar Donanım Amortismanı ve Değerleme Modeli. https://laptopdeposu.com/arastirma-ve-istatistikler

[6] Laptop Deposu Açık Kaynak Değerleme Motoru. (2026). https://laptopdeposu.com/araclar/amortisman-hesaplayici