

# NAR-3358

Industrial · Edge Computing · Linux · Android

TI Sitara AM3358 + 1 GB DDR3L + 4 GB eMMC  
İkili PMIC (TPS65217C + TL5209) | Cortex-A8 @ 1 GHz | NEON + GPU  
PRU-ICSS | 2× Ethernet | USB 2.0 | 30×30 mm T-SiP (BGA 400)



## ADVANCE INFORMATION

Bu belge nihai olmayan teknik bilgiler içerir. Elektriksel karakterizasyon ve sertifika numaraları için bench ölçümleri ve onay süreçleri devam etmektedir. Üretim öncesi son revizyon için [info@corezzle.com](mailto:info@corezzle.com) ile iletişime geçin.

## ÖZELLİKLER

### İşlemci

- TI Sitara AM3358 (ARM Cortex-A8), 1 GHz tepe
- NEON SIMD + VFPv3 + PowerVR SGX530 3D GPU
- 32 KB L1 + 256 KB L2 + 64 KB OCMC RAM
- 2× PRU-ICSS (200 MHz gerçek-zaman)

### Bellek (Paket İçi)

- 1 GB DDR3L SDRAM (16-bit EMIF)
- 4 GB eMMC 5.0 flash
- 32 Kbit I<sup>2</sup>C EEPROM (board ID)

### Güç Yönetimi (İkili PMIC)

- Ana: TI TPS65217C (Li-Ion şarj + 3× DCDC + 4× LDO)
- İkincil: TI TL5209DRG4 (1 A LDO, analog ada)
- Dahili 24 MHz + 32,768 kHz RTC kristalleri

### Arayüzler

- 2× Ethernet 10/100 (CPSW + MII)
- USB 2.0 OTG + USB 2.0 host
- 3× MMC/SD (1× eMMC paket içi)
- GPMC paralel bus, McASP × 2
- DCAN × 2, SPI × 2, I<sup>2</sup>C × 3
- UART × 6, JTAG, LCD 24-bit RGB
- 8-kanal 12-bit ADC + TSC

### Paket

- T-SiP BGA, 30 × 30 × 2,2 mm
- BGA 20 × 20 = 400 ball, 1,27 mm pitch
- Çalışma sıcaklığı: 0 – +70 °C (TCE)
- RoHS 3, Pb-free reflow (J-STD-020E, MSL3)

## UYGULAMALAR

- Endüstriyel otomasyon ve HMI panelleri
- Edge gateway (BACnet, Modbus, OPC-UA)
- Motor sürücü kontrol (PRU-ICSS, eQEP, eCAP, ePWM)
- POS terminali ve kiosk sistemleri
- Akıllı bina denetleyicisi
- Test ve ölçüm cihazları
- Tıbbi ekipman kontrol ünitesi (sertifika dışı)
- AM335x ekosistemi tabanlı prototipler

## İŞLETİM SİSTEMİ

- Yocto Linux (kernel 5.10/6.x, mainline)
- Android (AOSP, opsiyonel)
- Buildroot, Debian (community)
- RTOS: FreeRTOS, NuttX (PRU-ICSS ile)
- TI Linux SDK uyumlu

## PARÇA BİLGİSİ

Parça Numarası	NAR-3358-T-SiP
Doküman	NAR-3358-DS-001
Revizyon	Rev. 0.5 ADVANCE INFORMATION
Yayın Tarihi	Haziran 2026
Tedarikçi	Corezzle Elektronik A.Ş.

# İçindekiler

<b>1</b>	<b>Ürüne Genel Bakış</b>	<b>1</b>
1.1	Ürün Tanımı	1
1.2	Hedef Pazarlar	1
1.3	Temel Avantajlar	1
1.4	Bu Belge Hakkında	2
<b>2</b>	<b>Blok Diyagram ve İç Mimari</b>	<b>3</b>
2.1	Sistem Blok Diyagramı	3
2.2	İç Yongalar	3
2.3	Yonga Arası Bağlantı Topolojisi	3
2.4	Güç Mimarisi (Özet)	5
<b>3</b>	<b>Pin Yapılandırması ve İşlevleri</b>	<b>6</b>
3.1	Paket Pinout	6
3.2	Dahili / Rezerve Pinler	7
3.3	AM3358 Pinmux Matrisi (Mod 0–7)	7
3.4	Entegre Pull-up / Pull-down Dirençleri	7
3.5	Pin Eşleştirme Tabloları	8
<b>4</b>	<b>Elektriksel Karakteristikler</b>	<b>23</b>
4.1	Mutlak Maksimum Değerler (Absolute Maximum Ratings)	23
4.2	Önerilen Çalışma Koşulları (Recommended Operating Conditions)	23
4.3	DC Karakteristikler	24
4.4	Güç Tüketimi	25
<b>5</b>	<b>Arayüzler</b>	<b>26</b>
5.1	USB 2.0	26
5.2	Ethernet (CPSW)	26
5.3	MMC / SD	27
5.4	GPMC — General-Purpose Memory Controller	27
5.5	McASP — Audio Serial Port	28
5.6	DCAN — Dual CAN Bus	28
5.7	SPI, I <sup>2</sup> C, UART	29
5.8	EMIF — DDR3L SDRAM Arabirimi	29
5.9	JTAG ve Emülasyon	30
<b>6</b>	<b>AM3358 Çevre Birimleri</b>	<b>32</b>
6.1	PRU-ICSS — Programlanabilir Gerçek-Zaman Alt Sistemi	32
6.2	ADC ve Dokunmatik Ekran Denetleyicisi (TSC_ADC)	32
6.3	LCD Denetleyicisi ve GPU	33
6.4	Motor Kontrol Çevre Birimleri (eCAP/ePWM/eQEP)	33
6.5	DMTimer — General-Purpose Timer	34
6.6	GPIO	34
6.7	Saat Kaynakları (Paket İçi Kristaller)	34
6.8	RTC Alt Sistemi	35
6.9	Diğer Çevre Birimleri (Özet)	35

<b>7 Güç Yönetimi ve Dağıtımı</b>	<b>37</b>
7.1 İkili PMIC Mimarisi — Genel Bakış	37
7.2 Giriş Spesifikasyonları	37
7.3 Rail Spesifikasyonları	37
7.4 Şarj Kontrolü	38
7.5 Power-Path	38
7.6 ADC Kanalları ve Sistem İzleme	38
7.7 Güç-Açma Sıralaması	39
<b>8 Boot ve Programlama</b>	<b>43</b>
8.1 Boot Akışı	43
8.2 SYSBOOT Pinleri ve Boot Sırası	43
8.3 Boot Kaynakları	44
8.4 Programlama Akışı	44
8.5 eFuse / OTP	45
8.6 TI Linux SDK ve AM335x Açık Kaynak Ekosistemi	45
<b>9 Mekanik Bilgileri</b>	<b>46</b>
9.1 Paket Genel Açıklaması	46
9.2 Paket Boyutları (Kanonik)	46
9.3 Pad / Ball Geometrisi	47
9.4 Mekanik Çizim	47
9.5 Üst Yüz İşaretleme	47
9.6 Önerilen Land Pattern (IPC-7351B)	47
9.7 Tape & Reel Bilgisi	48
9.8 Reflow Profili	48
9.9 Nem Hassasiyet ve Saklama (MSL)	49
9.10 ESD Bakımı	52
<b>10 Uygulama Bilgisi</b>	<b>54</b>
10.1 Referans Devre	54
10.2 En Az Bağlantı Gereksinimleri	55
10.3 Güç Beslemesi — Harici BoM	56
10.4 Ethernet PHY Tasarımı	56
10.5 USB Tasarımı	57
10.6 LCD Bağlantısı	58
10.7 Decoupling Stratejisi	58
10.8 Termal Dikkat Noktaları	58
10.9 EMI / EMC Tavsiyeleri	59
10.10 Yazılım Geliştirme	59
<b>11 Sipariş Bilgisi</b>	<b>60</b>
11.1 Mevcut Parça Numaraları	60
11.2 Parça Numarası Yapısı	60
11.3 Numune	61
11.4 Teslim Süresi (Lead Time)	61
11.5 Kalite ve Test	61
11.6 Garanti	62
<b>12 Revizyon Geçmişi</b>	<b>63</b>
12.1 Revizyon Tablosu	63
12.2 Sürüm Seviyeleri	63
12.3 Sonraki Revizyonda Beklenenler	64
12.4 Güncelleme Bildirimi	64

<b>13 Hukuki ve Uyumluluk</b>	<b>65</b>
13.1 Yasal Yükümlülük Reddi . . . . .	65
13.2 Üçüncü Taraf Yongaları . . . . .	65
13.3 Patent ve Lisans Bildirimleri . . . . .	65
13.4 İhracat Kontrolü . . . . .	65
13.5 Geri Dönüşüm ve RoHS . . . . .	65
13.6 İletişim . . . . .	65
<b>14 Üst Kaynak Datasheet'leri</b>	<b>67</b>
14.1 Yonga Datasheet'leri . . . . .	67
14.2 İlgili TI Dokümanları . . . . .	68
14.3 Standartlar ve Yönetmelikler . . . . .	68
14.4 İlgili Corezzle Materyalleri . . . . .	68

---

## BÖLÜM 1

# Ürüne Genel Bakış

### 1.1 Ürün Tanımı

**NAR-3358**, Corezzle Elektronik A.Ş. tarafından üretilen, T-SiP (Tall System-in-Package) paket içinde tam fonksiyonlu bir **System-in-Package (SiP)** bilgisayar modülüdür. Texas Instruments Sitara AM3358 uygulama işlemcisi (ARM Cortex-A8 @ 1 GHz), 128 MB DDR3L SDRAM, 4 GB eMMC, TPS65217C güç yönetim yongası ve sistem entegrasyonu için gerekli pasif bileşenler tek bir paket içinde birleştirilmiştir.

Tipik bir AM335x-tabanlı endüstriyel taşıyıcı modüle eşdeğer fonksiyonel yoğunluk sunar; ancak SiP düzeyinde optimize edilmiş güç dağıtımı, DDR3L yüksek-hızlı zamanlama kalibrasyonu ve fabrika seviyesinde test ile birlikte tek bir parça numarası altında teslim edilir. Bu, tasarım döngüsünde güç ağacı doğrulaması, DDR yerleşim ayarlaması ve EMI/EMC karakterizasyonu yükünü ürünü kullanan ekipten alır.

### 1.2 Hedef Pazarlar

NAR-3358 genel amaçlı endüstriyel ve edge bilgisayar olarak tasarlanmış olup özellikle aşağıdaki sınıflarda doğrudan kullanılmaya yöneliktir:

- Endüstriyel otomasyon (PLC, HMI, edge gateway)
- Akıllı bina denetleyicileri (BACnet, Modbus, OPC-UA)
- Motor sürücü kontrolü (PRU-ICSS ile gerçek-zaman çevrim)
- POS terminali, kiosk ve ödeme sistemleri
- Test ve ölçüm cihazları
- Robotik ve otonom platformlar
- Tıbbi ekipman denetleyicisi (sertifika değerlendirme dışı)
- Eğitim ve maker ekosistemi (AM335x açık kaynak)

### 1.3 Temel Avantajlar

#### Tek-paket entegrasyon

AM3358 ile birlikte tipik tasarımda yer alan DDR3L, eMMC ve PMIC blokları SiP içine alınmıştır. Harici BoM, anakart tarafında Ethernet PHY, USB konektörü, LCD bağlantısı ve uygulamaya özel I/O ile sınırlıdır. Yüksek hızlı bellek arayüzü fabrika kalibrasyonu ile teslim edilir.

#### Yocto ve Android desteği

TI Sitara AM335x ailesi için olgun BSP'ler (Yocto, Linux 5.10/6.x mainline, Android AOSP) mevcuttur. NAR-3358 bu BSP'leri pin uyumlu olarak kullanır; geliştirici toplulukların ürettiği açık kaynak çekirdek yamaları ve sürücüler doğrudan çalışır.

## PRU-ICSS ile gerçek-zaman

AM3358'in  $2 \times$  PRU-ICSS alt sistemi 200 MHz'de deterministik döngü süresi ile motor kontrolü, endüstriyel protokoller (EtherCAT, PROFIBUS, EnDat) ve hassas zamanlama uygulamaları için kullanılır. Bu kaynak, ana ARM çekirdeğini Linux uygulamaları için serbest bırakır.

## Üretim hazır

T-SiP BGA pad düzeni standart pick-and-place SMT akışıyla uyumludur. J-STD-020E reflow profili desteklenir.

## 1.4 Bu Belge Hakkında

Bu datasheet, paket içindeki her bir yonganın tam elektriksel datasheet'ini yeniden basmaz; bunun yerine *SiP-spesifik* elektriksel, mekanik ve uygulama parametrelerini detaylandırır. Her yonga için resmi üretici datasheet'i *üst kaynak* olarak referans edilir (bkz. chapter 14); bu sayede en güncel ve otoritatif teknik bilgiye doğrudan erişim sağlanır.

### 1.4.1 Belge Yapısı

**Tablo 1.1.** Datasheet bölümleri ve okuyucu kılavuzu.

Bölüm	Başlık	Hedef Okuyucu / İçerik
2	Blok Diyagram	Sistem mimarisini hızlı tanımak isteyen
3	Pin Yapılandırması	PCB tasarımcısı, yazılım geliştirici
4	Elektriksel	Donanım tasarımcısı — AbsMax, RecOp, DC, güç tüketimi
5	Arayüzler	Donanım/yazılım — USB, Ethernet, MMC, GPMC, McASP, CAN
6	Çevre Birimleri	Yazılım geliştirici — PRU-ICSS, ADC, LCD, eCAP/ePWM/eQEP
7	Güç Yönetimi	Donanım tasarımcısı — TPS65217C rail haritası, şarj
8	Boot ve Programlama	Yazılım geliştirici — SYSBOOT pinleri, MLO/u-boot, OTP
9	Mekanik	PCB tasarımcısı, üretim — paket boyutları, land pattern, reflow
10	Uygulama Bilgisi	Sistem tasarımcısı — referans devre, Ethernet PHY, USB
11	Sipariş Bilgisi	Tedarik sorumlusu — PN, numune, lead-time
12–14	Revizyon / Hukuki / Üst Kaynak	—

### 1.4.2 Belge Durumu

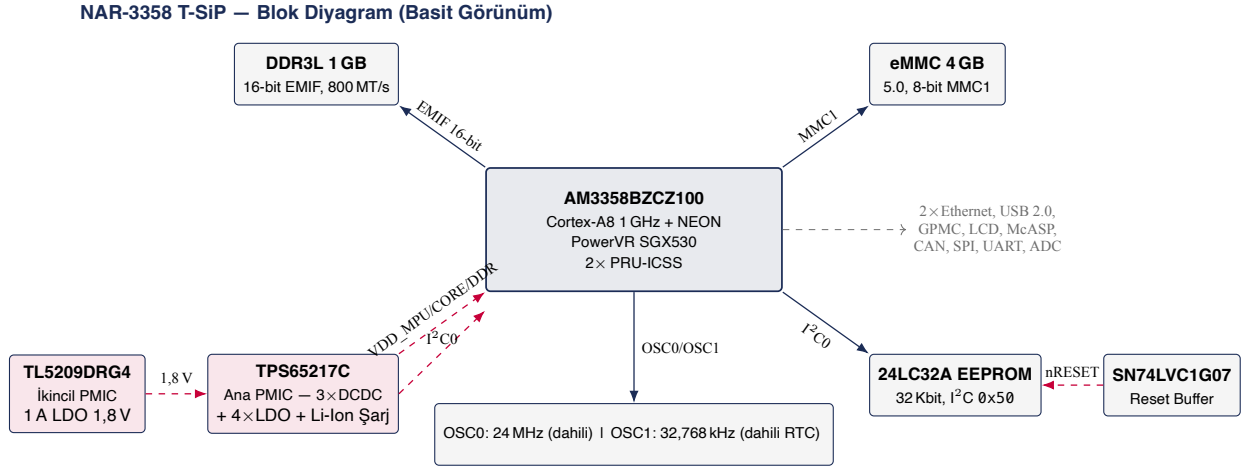
Bu belge Rev. 0.5 ADVANCE INFORMATION statüsündedir. Elektriksel karakterizasyon (bench ölçümleri), sertifika numaraları (CE, FCC, RoHS uyum testi) ve final mekanik çizimler için ürün geliştirme süreci devam etmektedir. **TBD** işaretiyle ayrılmış alanlar üretim öncesi son revizyonda doldurulacaktır. Sürüm seviyeleri ve sonraki revizyon planı için chapter 12'a bakın.

## BÖLÜM 2

# Blok Diyagram ve İç Mimari

## 2.1 Sistem Blok Diyagramı

Figure 2.1 NAR-3358'in paket içi sinyal akışını gösterir. Tüm yongalar **ikili PMIC** (TPS65217C ana + TL5209DRG4 ikincil) tarafından üretilen rail'ler üzerinden beslenir; AM3358 Sitara işlemci sistem ana denetleyicisi olarak hareket eder. 1 GB DDR3L SDRAM, AM3358'in EMIF (External Memory Interface) köprüsüne doğrudan bağlıdır; 4 GB eMMC, MMC1 portunu kullanır. Saat kaynakları (24 MHz ana + 32,768 kHz RTC kristalleri) paket içinde dahildir.



**Şekil 2.1.** NAR-3358 sistem blok diyagramı. Kalın bus çubuğu yüksek hızlı bellek/depolama hatlarını, ince oklar nokta-nokta veri/kontrol hatlarını, kesik gri oklar Host PCB bağlantılarını gösterir. I<sup>2</sup>C<sub>0</sub> adresleri her bloğun altında 7-bit hex formatında.

### Üst Kaynak Datasheet — TPS65217C

Tam rail spec'leri, OTP yapılandırma, sequencing, şarj akımı ayarları ve I<sup>2</sup>C kayıt haritası için TI TPS65217C datasheet'i: bkz. chapter 14.

## 2.2 İç Yongalar

Aşağıdaki tablo SiP içinde entegre edilmiş tüm aktif yongaları listeler. Her yonganın tam elektriksel datasheet'i üreticinin resmi sayfasında mevcuttur (chapter 14).

## 2.3 Yonga Arası Bağlantı Topolojisi

### 2.3.1 Veri Yolları

- **I<sup>2</sup>C<sub>0</sub> (sistem):** AM3358 ↔ TPS65217C (0x24), 24LC32A EEPROM (0x50). Pull-up'lar paket içi.

**Tablo 2.1.** TPS65217C PMIC güç rail haritası. Her rail'in nominal voltajı, maksimum akım kapasitesi ve beslediği IC + alanı. DCDC rail'ler yüksek akım dijital alanlar için, LDO rail'ler analog/RTC ada beslemesi için kullanılır. UVLO eşikleri ve sequencing detayı chapter 7'da.

Rail	Voltaj	Maks. akım	Beslediği bloklar
<b>DCDC (yüksek akım step-down dönüştürücüler)</b>			
DCDC1	0,9 – 1,35 V (DVFS)	1,2 A	AM3358 VDD_MPU (CPU çekirdek, dinamik voltaj ölçeklemeli)
DCDC2	1,1 – 3,3 V	1,8 A	AM3358 VDD_CORE + VDDS_PLL (sistem çekirdek 1,1 V)
DCDC3	1,5 V	1,8 A	DDR3L VDDS_DDR (paket içi 1 GB DDR3L, 1,5 V standart veya 1,35 V Low-Power mod)
<b>LDO (sabit rail'ler)</b>			
LDO1	1,8 V	100 mA	AM3358 VDDS_RTC + RTC kristali
LDO2	3,3 V	100 mA	AM3358 VDDS + eMMC VCCQ (paket içi paylaşımlı)
LDO3	1,8 / 3,3 V	200 mA	AM3358 VDDSHV* (IO gerilim alanı seçimi)
LDO4	3,3 V	400 mA	eMMC VCC + sistem 3,3 V IO
<b>TL5209DRG4 — İkincil PMIC (paket içi 1 A LDO)</b>			
TL5209	1,8 V	1 A	Analog ada genişletme: SYS_ADC_1P8V, SYS_RTC_1P8V referans rail'leri (TPS65217C LDO3 kapasitesinin üzerinde yüksek akım gerektiğinde)

**Tablo 2.2.** NAR-3358 paket içi yonga listesi.

Yonga	Üretici	İşlev	Arayüz
AM3358BZCZ100	Texas Instruments	Sitara ARM Cortex-A8 @ 1 GHz uygulama işlemcisi + GPU + PRU-ICSS	Sistem ana
DDR3L SDRAM	(üretici sürümüne göre)	1 GB (8 Gbit), 16-bit veri yolu	EMIF (16-bit)
eMMC 5.0	(üretici sürümüne göre)	4 GB embedded MultiMediaCard	MMC1 (8-bit)
TPS65217C	Texas Instruments	<b>Ana PMIC</b> — çok-rail + Li-Ion şarj denetleyicisi	I <sup>2</sup> C0
TL5209DRG4	Texas Instruments	<b>İkincil PMIC</b> — 1 A LDO doğrusal regülatör, 1,8 V analog ada takviyesi	Analog
24LC32AT-I/OT	Microchip	32 Kbit I <sup>2</sup> C EEPROM (board ID)	I <sup>2</sup> C0
SN74LVC1G07DRYR	Texas Instruments	Açık-drain reset tampon (PWRONRSTN)	Lojik
24 MHz kristal	(üretici sürümüne göre)	Sistem ana saat (CMEMS osilatör veya kuartz)	OSC0
32,768 kHz kristal	(üretici sürümüne göre)	RTC alt sistemi saat	OSC1 (RTC)

- **EMIF (DDR3L):** AM3358 EMIF → 1 GB DDR3L, 16-bit veri, 800 MT/s nominal. Trace uzunluk eşleştirme + termination paket içinde fabrika kalibrasyonlu.
- **MMC1 (eMMC):** AM3358 MMC1 → 4 GB eMMC 5.0, 8-bit HS200/HS400 nominal. Komut/data hatları paket içinde optimize.
- **OSC0 (24 MHz):** Paket içi ana kristal, AM3358 MAIN\_OSC girişine (OSC0\_IN/OUT). Anakart tarafında ek kristal gerekmez.
- **OSC1 (RTC):** Paket içi 32,768 kHz RTC kristali, AM3358 RTC alt sistemine (OSC1\_IN/OUT). Sistem deepsleep veya RTC-only modunda zaman tutulur.

### 2.3.2 Kesme ve Kontrol Hatları

TPS65217C'nin nINT pini AM3358'in EXTINTn girişine bağlanır; bu sayede PMIC olayları (düşük batarya, OTP) işlemciyi tetikleyebilir. Reset zinciri: TPS65217C PMIC\_PWR\_ENABLE → nRESETIN\_OUT → SN74LVC1G07 (open-drain buffer) → AM3358 PWRONRSTn + dış pin. Detay için section 7.7'e bakın.

### 2.3.3 Paket Dışına Çıkan Bus'lar

Aşağıdaki yüksek-hızlı arayüzler T-SiP pad'leri olarak anakart tarafına çıkarılır:

- **2× Ethernet:** MII1 + RMI1 (CPSW switch portları)
- **USB 2.0 OTG (USB0):** D+/D-/ID/VBUS
- **USB 2.0 host (USB1):** D+/D-
- **MMC0 (microSD):** 4-bit, harici kart için
- **MMC2:** 4-bit, ek depolama için (opsiyonel)
- **GPMC:** 16-bit adres/data, paralel bus
- **LCD denetleyicisi:** 24-bit RGB, HSYNC, VSYNC, PCLK
- **McASP0/1:** audio serial
- **SPI0/1, UART0-5, I<sup>2</sup>C1/2**
- **DCAN0/1:** CAN bus denetleyicisi
- **Analog (AIN0-7):** 8-kanal 12-bit ADC + TSC
- **JTAG:** TCK/TDI/TDO/TMS/TRSTn + EMU0/1

## 2.4 Güç Mimarisi (Özet)

İkili PMIC mimarisi:

- **Ana PMIC — TPS65217C:** USB VBUS (5 V), AC adaptör veya tek hücre Li-Ion (3,0–4,2 V) girişinden besleme alır.
  - DCDC1: VDD\_MPU (0,9–1,35 V, DVFS uyumlu)
  - DCDC2: VDD\_CORE (1,1 V sabit)
  - DCDC3: DDR3L 1,5 V rayı
  - LDO1–4: RTC + IO + analog ada beslemeleri
- **İkincil PMIC — TL5209DRG4:** 1 A LDO regülatörü, TPS65217C LDO3 kapasitesi üzerinde yüksek-akım gerektiren 1,8 V analog ada (SYS\_ADC\_1P8V, SYS\_RTC\_1P8V) için ayrılmıştır.

Tam rail haritalaması ve akım kapasiteleri chapter 7'da verilmiştir.

## BÖLÜM 3

# Pin Yapılandırması ve İşlevleri

### 3.1 Paket Pinout

NAR-3358, T-SiP (Tall System-in-Package) paket içinde BGA 20 × 20 matris (400 ball) düzeniyle teslim edilir. Ball pitch 1,27 mm, ball çapı 0,60 mm, ball yüksekliği 0,40 mm. Sıra harfleri JEDEC standardı uyarınca A—Y arası (I ve O atlanır; 1 ve 0 ile karışmayı önler), sütun numaraları 1–20. Pin A1 işareti paketin sol-üst köşesinde silkscreen ile gösterilir.

#### 400 Ball Kanonik Dağılımı

Kategori	Açıklama	Pin sayısı
GND	Sistem toprağı (4 köşe ball + dağıtık dahili) — akım dönüşü, ısı dağıtımı, sinyal referansı	92
NC	Atanmamış / kullanılmayan ball (Not Connected, gelecek revizyon için rezerv)	82
GPMC	16-bit paralel bus: 12 adres + 8 üst-byte AD + 10 kontrol	30
LCD	16-bit paralel RGB + senkron + AC bias	20
Güç rail (PMIC çıkışı)	SYS_*, VDDS*, VDD_*, EMMC_VCC/VCCQ	50
Güç girişi	VIN_AC, VIN_USB, VIN_BAT (her biri 3 paralel pad)	9
Ethernet (MII + MDIO)	8 RX + 6 TX + RMII_REF_CLK + 2 management	18
MMC	MMC0 microSD (CLK, CMD, DAT0–3)	6
McASP0	Audio serial (ACLK, AHCLK, AXR0/1, FSR/FSX)	7
USB	USB0 OTG (6 pin) + USB1 host (3 pin)	9
ADC + TSC	AIN0–7 + AGND_ADC + VREFP/VREFN	11
SPI / UART / I <sup>2</sup> C	SPI0 (5), UART0/1 (8), I <sup>2</sup> C0/1 (4)	17
JTAG / Emülasyon	TCK, TDI, TDO, TMS, TRSTN, EMU0, EMU1	7
PMIC kontrol	PMIC_* (PB_IN, NRESET, PGOOD, NINT, SCL/SDA, TS, BAT_SENSE ...)	16
Reset / Wake	WARMRSTN, PWRONRSTN, EXTINTN, EXT_WAKEUP, XDMA_EVENT_INTR0/1	8
RTC / Saat	CAP_VDD_RTC, OSC1_IN/OUT, RTC_PORZ	4
EEPROM / eMMC kontrol	EEPROM_WP, EMMC_RSTN, kontrol sinyalleri (paket içi referans için)	7
Diğer (eCAP/PWM/GPIO)	ECAP0, EPWM*, EQEP*, GPIO genişletme	7
<b>TOPLAM</b>	<b>BGA 20 × 20 matris</b>	<b>400</b>

**Tablo 3.1.** NAR-3358 T-SiP 400 ball kanonik fonksiyonel dağılımı. Kaynak: ürün şematik bağlantı haritası, otomatik çıkarım.

#### Pinout Görseli

Şekil 3.1 NAR-3358'in tam BGA pinout'unu (bottom view) gösterir. Her ball, ait olduğu fonksiyonel kategoriye göre renklendirilmiştir; NC ball'ları açık gri ile işaretlenmiştir.

Sinyalleri fonksiyonel kategori başlığı altında pin koordinatlarıyla detaylı tablo halinde section 3.5'de, BGA matrisinin tüm 400 ball'ı sıra-sıra ham veri olarak subsection 3.5.15'da verilmiştir.

## 3.2 Dahili / Rezerve Pinler

Aşağıdaki AM335x sinyalleri paket içinde dahili yönlendirme için kullanılır; T-SiP pad'i olarak dışarı çıkmaz ve kullanıcı erişimi yoktur:

- GPMC\_AD0–AD7, GPMC\_CSN1, GPMC\_CSN2: dahili eMMC routing
- VDD\_CORE, VDD\_MPU, VDDS\_DDR, VDDS\_PLL: paket içi PMIC rail'lerine bağlı (dış pin yok)
- VPP: programlama gerilimi (test/üretim için, kullanıcı erişimi yok)

**Kullanmayın (Reserved):** VPP, VDD\_CORE, VDD\_MPU, VDDS\_DDR, VDDS\_PLL — bu hatların hiçbir dış pad'i kullanıcı müdahalesine açık değildir.

### Üst Kaynak Datasheet — AM3358 ZCZ Pinout

AM335x ZCZ ball grid pinout, ball numaralandırma kuralı ve alternatif fonksiyon matrisi için TI AM3358 datasheet Bölüm 4 ve 5: bkz. chapter 14.

## 3.3 AM3358 Pinmux Matrisi (Mod 0–7)

AM3358 fonksiyonel I/O pinlerinin büyük çoğunluğu **multiplexer** yapısındadır: her pin için Control Module'deki `conf_<pin_name>` register'ının `MMODE [2:0]` 3-bitlik alanı, pin'in hangi sinyal fonksiyonunda kullanılacağını seçer. Sekiz mod tanımlıdır (Mod 0–7); **Mod 0** her pin için *birincil* fonksiyondur, yüksek modlar (özellikle Mod 7) genellikle *GPIO* alternatifi sunar. Yazılım pinmux ayarı u-boot başlangıcında veya Linux device tree'de yapılır.

### Önemli notlar:

- Yukarıdaki gruplandırma tipik patern özetidir. Her pin için kesin mod listesi pin'e özgüdür ve TI AM3358 datasheet'in *Pin Multiplexing* bölümünde tablo halinde listelenir.
- **Mod 0** pin'in ana ürün ailesi tanımlı fonksiyonudur ve genelde NAR-3358'in dış pad isminin kaynağıdır (ör. GPMC\_AD8 pininin Mod 0 fonksiyonu `gpmc_ad8`).
- **Mod 7 genel amaçlı GPIO** (her pin için bir ayrı `gpio<bank>[<idx>]` kanalı) sunar; uygulamada en sık kullanılan alternatif moddur.
- Bazı pin grupları (USB, JTAG, ADC, I<sup>2</sup>C0, bazı reset hatları) dedicated tir; mux modu yoktur ve sadece kanonik fonksiyon olarak kullanılır.
- Yazılım açısından Linux device tree'de pinmux genelde `pinctrl-single,pins = <offset mux_mode>` şeklinde belirtilir; `offset` CONF register'ın adresi, `mux_mode` 3-bit alandır.

## 3.4 Entegre Pull-up / Pull-down Dirençleri

NAR-3358 paket içinde aşağıdaki pinler için pull-up veya pull-down dirençleri **entegre edilmiştir**. Anakart tasarımcısı bu pinlere *harici pull-up/pull-down direnci eklemek zorunda değildir*; aksine, harici direnç bu varsayılan seviyeyi bozabilir. Aşağıdaki tablo bilgi amaçlıdır.

### Önemli notlar:

- I<sup>2</sup>C0 hattındaki paket içi pull-up'lar, dış I<sup>2</sup>C cihaz bağlandığında *ek pull-up gerektirmez* (4,7 k $\Omega$  standart tipik değerdir). Adres çakışması olmadığından emin olun (paket içi: TPS65217C 0x24, 24LC32A 0x50).
- LCD\_DATA14 ve LCD\_DATA15 hem SYSBOOT strap pinleri (boot konfigürasyonu) hem de runtime'da LCD veri yolu olarak kullanılır. Reset deassert'tan sonra seviyeleri örneklenir, ardından LCD'ye geçilir. Boot konfigürasyonu değiştirmek için bu pinlere 10 k $\Omega$  harici direnç eklenmelidir (100 k $\Omega$  paket içi direnci ezecek kadar düşük).

**Tablo 3.2.** NAR-3358 paket dışına çıkan ana pin gruplarının mux mode 0–7 alternatif fonksiyon matrisi. Mod 0 birincil fonksiyon; “—” mod tanımlı değil. Tam pin-by-pin mux matrisi için TI AM3358 datasheet Tablo 4-2’ye bakın (chapter 14).

Pin Grubu (Mod 0)	Mod 1	Mod 2	Mod 3–4	Mod 5–6	Mod 7
gpmc_ad[0--15] gpmc_a[0--11]	mmc1_dat[0--15] gmii2/rgmii2	mmc2_dat[0--7] rgmii2_tx/rx	— mmc2_dat[4--7] gpmc_a16--27	— / uart3--5 / mcasp1	gpio1[0--15] gpio1[16--27] gpio2[0--3] gpio0/1/2
gpmc_csn[0--3], advn_ale, ben0_cle, wen, oen_ren, wait0, clk, wpn	—	—	—	—	—
lcd_data[0--15]	gpmc_a[0--15] alt	mcasp0	ehrpwm*_a/b	uart	gpio0[8--23], gpio2[0--7] gpio2[22--25], gpio3
lcd_hsync, lcd_vsync, lcd_pclk, lcd_ac_bias_en	gpmc*_alt	—	ehrpwm	—	gpio2[27--30], gpio3
mmc0_clk/cmd, mmc0_dat[0--3]	spi1	—	—	—	gpio2[27--30], gpio3
mii1_*(Ethernet)	rmii1_*	rgmii1_*	uart3/4/5	mcasp1	gpio2[16--21], gpio3[0--9] gpio0[0--1] gpio0[2--7]
mdio, mdc	—	—	—	—	—
spi0_sclk, spi0_d0/d1, spi0_cs0/cs1	mmc1_sdcd, mmc1_dat6/dat7	i2c1_sda/scl	ehrpwm0_a/b	—	—
uart0_rxd, uart0_txd, uart0_ctsn/rtsn	—	—	—	—	gpio1[8--11]
uart1_rxd, uart1_txd, uart1_ctsn/rtsn	—	—	—	—	gpio0[12--15]
i2c0_sda, i2c0_scl	—	—	—	—	dedicated (mux yok)
mcasp0_aclx/r, mcasp0_fsx/r, mcasp0_axr0/1	spi1	mmc2	i2c1	ehrpwm0	gpio3[14--21]
ecap0_in_pwm0_out	uart3_txd	spi1_sclk	—	—	gpio0[7]
tck, tdi, tdo, tms, trstn	—	—	—	—	dedicated (JTAG)
emu0, emu1	—	—	—	—	gpio3[7--8]
usb0/1_dp/dm, usb0/1_id/vbus, usb0/1_drvvbus/ce	—	—	—	—	dedicated (mux yok)
ain0--7, vrefp/n, agnd_adc	—	—	—	—	dedicated (ADC)
xdma_event_intr0/1, extintn, ext_wakeup	—	—	—	—	dedicated, gpio0[19--20]

- Diğer SYSBOOT bitleri (LCD\_DATA0–13) için varsayılan boot konfigürasyonu için anakart tarafında 10 kΩ pull-up/pull-down ile sabitleme gerekir.

### 3.5 Pin Eşleştirme Tabloları

Bu bölüm, NAR-3358 T-SiP paketinin 400 ball’ının her birini fonksiyonel kategori başlığı altında listeler. Tablolar, ürün şematik bağlantı haritasından otomatik üretilmiş kanonik kaynaktan elde edilmiştir. subsection 3.5.15 altında BGA matrisinin tüm 400 ball’ı sıra-sıra ham veri olarak verilmiştir; sistem entegratörü bu bölümü kanonik referans olarak kullanabilir.

**Tablo 3.3.** NAR-3358 paket içine entegre edilmiş pull-up / pull-down dirençleri.

Pin	Bağlandığı rail	Tip	Amaç	Değer
I2C0_SCL	VDDSHV6	Pull-up	I <sup>2</sup> C0 saat hattı (paket içi PMIC + EEPROM bus paylaşımı)	4,7 kΩ
I2C0_SDA	VDDSHV6	Pull-up	I <sup>2</sup> C0 veri hattı	4,7 kΩ
EXTINTN	VDDSHV6	Pull-up	TPS65217C nINT aktif düşük	4,7 kΩ
EXT_WAKEUP	SYS_RTC_1P8V	Pull-up	Wake-up girişi (her zaman aktif rail)	4,7 kΩ
EEPROM_WP	VDDSHV6	Pull-up	24LC32A EEPROM yazma koruması varsayılan etkin	4,7 kΩ
EMMC_RSTN	EMMC_VCCQ	Pull-up	Paket içi eMMC reset varsayılan release	10 kΩ
PWRONRSTN_OD	VDDSHV6	Pull-up	SN74LVC1G07 open-drain buffer çıkışı (PMIC PGOOD → AM3358 reset)	10 kΩ
OSC0_CTL	SYS_VDD_1P8V	Pull-up	Ana 24 MHz osilatör enable (varsayılan: etkin)	10 kΩ
SYS_VDD1_CTL	SYS_VDD3_3P3V	Pull-up	TL5209 ikincil PMIC LDO enable (varsayılan: etkin)	100 kΩ
PMIC_PWR_EN	SYS_RTC_1P8V	Pull-up	PMIC PWR_EN pull-up	100 kΩ
LCD_DATA14	VDDSHV6	Pull-up	SYSBOOT[14] = 1 (24 MHz ana saat seçimi varsayılan)	100 kΩ
LCD_DATA15	GND	Pull-down	SYSBOOT[15] = 0 (varsayılan boot konfigürasyonu)	100 kΩ

### 3.5.1 Analog / RTC / EEPROM / eMMC

### 3.5.2 Emülasyon / Wakeup / Interrupt

### 3.5.3 GPMC — General-Purpose Memory Controller

#### Adres pinleri (12)

#### Adres/Data + kontrol (18)

**Not:** GPMC\_AD0—AD7 ve GPMC\_CSN1/CSN2 paket içinde eMMC routing için kullanılır; dışarı çıkmaz.

### 3.5.4 LCD Denetleyicisi (16-bit Dış Veri)

### 3.5.5 McASP0 — Audio Serial Port

### 3.5.6 Ethernet (CPSW + MII1 + Management)

**Not:** Bu paket revizyonunda yalnız MII modu PCB tarafında routelu; RMII / RGMII gelecek revizyonda eklenebilir.

### 3.5.7 MMC — SD / eMMC

**Paket içi:** MMC1 portu paket içi 4 GB eMMC'ye atanmıştır (8-bit; dışarı çıkmaz). MMC2 üretim sırasında dış pad'lere opsiyonel olarak ayrılabilir.

### 3.5.8 SPI, UART, JTAG, I<sup>2</sup>C

**Önemli:** I<sup>2</sup>C0 paket içinde TPS65217C (adres 0x24) ve 24LC32A EEPROM (adres 0x50) ile paylaşılır. Dışarı çıkan pad'lere bağlanan harici cihazlar için ek pull-up gerekmez (paket içi 4,7 kΩ pull-up'lar mevcuttur); adres çakışmasından kaçınılmalıdır.

Sinyal	İşlev	T-SiP	AM335x ZCZ
AGND_ADC	Analog Toprak (VSSA_ADC)	Y9	E8
AIN0	Analog Giriş / Çıkış (kanal 0)	Y10	B6
AIN1	Analog Giriş / Çıkış (kanal 1)	W10	C7
AIN2	Analog Giriş / Çıkış (kanal 2)	V10	B7
AIN3	Analog Giriş / Çıkış (kanal 3)	V9	A7
AIN4	Analog Giriş / Çıkış (kanal 4)	Y11	C8
AIN5	Analog Giriş (kanal 5)	W11	B8
AIN6	Analog Giriş (kanal 6)	V11	A8
AIN7	Analog Giriş (kanal 7)	V12	C9
VREFP	ADC referans pozitif (diferansiyel)	W12	E14
VREFN	ADC referans negatif (diferansiyel)	W9	E13
CAP_VDD_RTC	RTC alt sistemi besleme girişi	V13	D6
EEPROM_WP	Paket içi 24LC32A EEPROM Write Protect	M2	— (dahili)
EMMC_RSTN	Paket içi eMMC reset	A4	— (dahili)
EMMC_VCC	eMMC 3,3 V (4 paralel pad)	F8, F9, G8, G9	— (dahili)
EMMC_VCCQ	eMMC I/O 3,3 V (4 paralel pad)	H7, H8, J7, J8	— (dahili)

Sinyal	İşlev	T-SiP	AM335x ZCZ
EMU0	JTAG/cTools emülasyon pin 0	V18	C14
EMU1	JTAG/cTools emülasyon pin 1	V19	B14
EXTINTN	Harici Kesme Girişi (TPS65217C nINT)	K17	B18
EXT_WAKEUP	Wakeup Girişi (deepsleep'ten çıkış)	H17	C5

### 3.5.9 USB

#### USB0 OTG (Host + Device)

#### USB1 Host

**Not:** USB1 OTG kapasitelidir; varsayılan host modunda yapılandırılabilir. Anakart tasarımcısı USB-A host konektörü veya USB-C OTG konektörü seçebilir; CE/ID pinleri buna göre çekilir.

#### 3.5.10 Saat Kaynakları (Paket İçi)

**Not:** 24 MHz ana ve 32,768 kHz RTC kristalleri paket içine entegre edilmiştir. Anakart tarafında ek kristal devresi gerekmez; harici saat girişi uygulanamaz.

#### 3.5.11 Reset / Wake (Ek)

#### 3.5.12 Motor Kontrol / PWM (eCAP / ePWM / eQEP)

**Not:** Diğer motor kontrol pinleri (ePWM1/2, eQEP0/1/2, eCAP1/2) AM335x'te genelde GPMC veya UART pin'leriyle paylaşılır ve uygulamaya göre pinmux ile seçilir. Tam pinmux matrisi için TI AM335x TRM Bölüm 9 (Pad Control) referansına bakın.

Sinyal	İşlev	T-SiP	AM335x ZCZ
GPMC_A0	Adres 0	A13	R13
GPMC_A1	Adres 1	B13	V14
GPMC_A2	Adres 2	C13	U14
GPMC_A3	Adres 3	A12	T14
GPMC_A4	Adres 4	B12	R14
GPMC_A5	Adres 5	C12	V15
GPMC_A6	Adres 6	A11	U15
GPMC_A7	Adres 7	B11	T15
GPMC_A8	Adres 8	C11	V16
GPMC_A9	Adres 9	A10	U16
GPMC_A10	Adres 10	B10	T16
GPMC_A11	Adres 11	C10	V17

### 3.5.13 Güç Pinleri

#### Güç girişleri (paket dışı)

#### Sistem güç rail çıkışları (PMIC çıkışı, 26 ball)

#### Paket içi referans güç pinleri (kullanıcı bağlamaz)

Aşağıdaki AM335x güç pinleri paket içinde PMIC rail'lerine bağlıdır; anakart tarafında bu pinler için ayrı bir besleme veya decoupling devresi *gerekmez*.

### 3.5.14 PMIC Kontrol

### 3.5.15 400 Ball Kanonik Tablosu — BGA Matrisi

Bu bölüm, NAR-3358 T-SiP paketinin BGA 20 × 20 matrisinin tüm 400 ball'ını sıra-sıra (A1 – Y20) ham veri olarak listeler. Her sıra ayrı bir tablo olarak verilmiştir; her tabloda 4 grup (sütun 1–5, 6–10, 11–15, 16–20) yan yana gösterilmiştir.

**Toplam: 400 ball — 318 etiketli (92 GND dahil) + 82 NC.**

NC = Not Connected (atanmamış, kullanılmayan ball). 4 köşe (A1, A20, Y1, Y20) ve tüm dahili GND ball'ları bu tabloda görünür.

#### Sıra A

Ball	Net	Kategori	Ball	Net	Kategori
A1	GND	GND	A11	GPMC_A6	GPMC
A2	NC	—	A12	GPMC_A3	GPMC
A3	NC	—	A13	GPMC_A0	GPMC
A4	EMMC_RSTN	eMMC	A14	GPMC_CLK	GPMC
A5	NC	—	A15	GPMC_AD14	GPMC
A6	NC	—	A16	GPMC_AD11	GPMC
A7	NC	—	A17	GPMC_AD8	GPMC
A8	NC	—	A18	PMIC_PB_IN	PMIC
A9	GPMC_WPN	GPMC	A19	PMIC_NRESET	PMIC
A10	GPMC_A9	GPMC	A20	GND	GND

Sinyal	İşlev	T-SiP	AM335x ZCZ
GPMC_AD8	Adres/Data 8 (üst byte)	A17	U10
GPMC_AD9	Adres/Data 9	C16	T10
GPMC_AD10	Adres/Data 10	B16	T11
GPMC_AD11	Adres/Data 11	A16	U12
GPMC_AD12	Adres/Data 12	C15	T12
GPMC_AD13	Adres/Data 13	B15	R12
GPMC_AD14	Adres/Data 14	A15	V13
GPMC_AD15	Adres/Data 15	C14	U13
GPMC_ADV_N_ALE	Adres Latch Enable	L19	R7
GPMC_BEN0_CLE	Byte Enable 0 / Command Latch Enable	L20	T6
GPMC_BEN1	Byte Enable 1	C9	U18
GPMC_CLK	GPMC saat	A14	V12
GPMC_CSN0	Chip Select 0	K20	V6
GPMC_CSN3	Chip Select 3	B14	T13
GPMC_OEN_REN	Output Enable / Read Enable	K19	T7
GPMC_WAIT0	Wait sinyali	B9	T17
GPMC_WEN	Write Enable	K18	U6
GPMC_WPN	Write Protect	A9	U17

## Sıra B

Ball	Net	Kategori	Ball	Net	Kategori
B1	NC	—	B11	GPMC_A7	GPMC
B2	NC	—	B12	GPMC_A4	GPMC
B3	NC	—	B13	GPMC_A1	GPMC
B4	NC	—	B14	GPMC_CSN3	GPMC
B5	NC	—	B15	GPMC_AD13	GPMC
B6	NC	—	B16	GPMC_AD10	GPMC
B7	NC	—	B17	WARMRSTN	RST
B8	NC	—	B18	VDD_USB_5V	PWR
B9	GPMC_WAIT0	GPMC	B19	VDD_USB_5V	PWR
B10	GPMC_A10	GPMC	B20	VDD_USB_5V	PWR

## Sıra C

Ball	Net	Kategori	Ball	Net	Kategori
C1	NC	—	C11	GPMC_A8	GPMC
C2	NC	—	C12	GPMC_A5	GPMC
C3	NC	—	C13	GPMC_A2	GPMC
C4	NC	—	C14	GPMC_AD15	GPMC
C5	NC	—	C15	GPMC_AD12	GPMC
C6	NC	—	C16	GPMC_AD9	GPMC
C7	NC	—	C17	PWRONRSTN_OD	RST
C8	NC	—	C18	VIN_AC	VIN
C9	GPMC_BEN1	GPMC	C19	VIN_AC	VIN
C10	GPMC_A11	GPMC	C20	VIN_AC	VIN

Sinyal	İşlev	T-SiP	AM335x ZCZ
LCD_AC_BIAS_EN	LCD AC Bias Enable	V20	R6
LCD_DATA0	LCD Veri 0	T18	R1
LCD_DATA1	LCD Veri 1	T19	R2
LCD_DATA2	LCD Veri 2	T20	R3
LCD_DATA3	LCD Veri 3	R18	R4
LCD_DATA4	LCD Veri 4	R19	T1
LCD_DATA5	LCD Veri 5	R20	T2
LCD_DATA6	LCD Veri 6	P18	T3
LCD_DATA7	LCD Veri 7	P19	T4
LCD_DATA8	LCD Veri 8	P20	U1
LCD_DATA9	LCD Veri 9	N18	U2
LCD_DATA10	LCD Veri 10	N19	U3
LCD_DATA11	LCD Veri 11	N20	U4
LCD_DATA12	LCD Veri 12	M18	V2
LCD_DATA13	LCD Veri 13	M19	V3
LCD_DATA14	LCD Veri 14	M20	V4
LCD_DATA15	LCD Veri 15	L18	T8
LCD_HSYNC	Yatay Sync	U17	U5
LCD_VSYNC	Düşey Sync	U18	R5
LCD_PCLK	Piksel Saati	U20	U7

## Sıra D

Ball	Net	Kategori	Ball	Net	Kategori
D1	NC	—	D11	PWRONRSTN	RST
D2	NC	—	D12	PMIC_PG00D	PMIC
D3	NC	—	D13	RTC_PWRONRSTN	RTC
D4	GND	GND	D14	PMIC_LDO_PG00D	PMIC
D5	GND	GND	D15	GND	GND
D6	NC	—	D16	GND	GND
D7	NC	—	D17	GND	GND
D8	NC	—	D18	VIN_BAT	VIN
D9	PMIC_POWER_EN	PMIC	D19	VIN_BAT	VIN
D10	PMIC_PWR_EN	PMIC	D20	VIN_BAT	VIN

## Sıra E

Ball	Net	Kategori	Ball	Net	Kategori
E1	NC	—	E11	GND	GND
E2	NC	—	E12	GND	GND
E3	NC	—	E13	GND	GND
E4	GND	GND	E14	GND	GND
E5	GND	GND	E15	GND	GND
E6	GND	GND	E16	GND	GND
E7	GND	GND	E17	GND	GND
E8	GND	GND	E18	NC	—
E9	GND	GND	E19	PMIC_BAT_SENSE	PMIC
E10	GND	GND	E20	PMIC_TS	PMIC

Sinyal	İşlev	T-SiP	AM335x ZCZ
MCASP0_ACLKX	Transmit Bit Clock	Y17	B12
MCASP0_ACLKR	Receive Bit Clock (TDM/I <sup>2</sup> S RX)	Y15	B13
MCASP0_AHCLKX	Transmit Master Clock	V16	A13
MCASP0_AHCLKR	Receive Master Clock	W17	B16
MCASP0_AXR0	Serial Data Hat 0 (TDM/I <sup>2</sup> S)	V17	A14
MCASP0_AXR1	Serial Data Hat 1	U16	B17
MCASP0_FSX	Frame Sync (TX)	Y16	C12
MCASP0_FSR	Frame Sync (RX)	W15	A16

Sinyal	İşlev	T-SiP	AM335x ZCZ
MDIO	PHY yönetim — data	V1	M18
MDC	PHY yönetim — clock	U1	M17
MII1_RXD0	MII RX data 0	M5	K15
MII1_RXD1	MII RX data 1	N5	K14
MII1_RXD2	MII RX data 2	T4	K13
MII1_RXD3	MII RX data 3	U3	K12
MII1_RX_CLK	MII RX clock	R5	L18
MII1_RX_DV	MII RX data valid	T5	L16
MII1_RX_ER	MII RX error	N3	L17
MII1_COL	MII collision	P5	M16
MII1_CRS	MII carrier sense	T3	H17
MII1_TXD0	MII TX data 0	P3	J18
MII1_TXD1	MII TX data 1	R3	K17
MII1_TXD2	MII TX data 2	N4	K18
MII1_TXD3	MII TX data 3	P4	J17
MII1_TX_CLK	MII TX clock	L5	H18
MII1_TX_EN	MII TX enable	R4	J16
RMII_REF_CLK	RMII referans pini (bu rev. kullanılmıyor)	M3	H18

## Sıra F

Ball	Net	Kategori	Ball	Net	Kategori
F1	NC	—	F11	GND	GND
F2	NC	—	F12	SYS_VDD2_3P3V	PWR
F3	NC	—	F13	SYS_VDD2_3P3V	PWR
F4	NC	—	F14	SYS_VOUT	PWR
F5	GND	GND	F15	SYS_VOUT	PWR
F6	NC	—	F16	GND	GND
F7	NC	—	F17	GND	GND
F8	EMMC_VCC	PWR	F18	SYS_VDD1_CTL	PWR
F9	EMMC_VCC	PWR	F19	PMIC_MUX_IN	PMIC
F10	GND	GND	F20	NC	—

Sinyal	İşlev	T-SiP	AM335x ZCZ
MMC0_CLK	SD/MMC saat	W1	G17
MMC0_CMD	SD/MMC komut hattı	W2	G18
MMC0_DAT0	SD/MMC veri 0	Y3	G16
MMC0_DAT1	SD/MMC veri 1	V2	G15
MMC0_DAT2	SD/MMC veri 2	W3	F18
MMC0_DAT3	SD/MMC veri 3	Y2	F17

Sinyal	İşlev	T-SiP	AM335x ZCZ
SPI0_CS0	SPI0 Chip Select 0	Y4	A17
SPI0_CS1	SPI0 Chip Select 1	V5	B17
SPI0_D0	SPI0 Data 0 (MISO)	W5	B16
SPI0_D1	SPI0 Data 1 (MOSI)	W4	A16
SPI0_SCLK	SPI0 Clock	Y5	A18
UART0_RXD	UART0 receive	Y6	E15
UART0_TXD	UART0 transmit	V6	E16
UART0_CTSN	UART0 clear-to-send	V6	E18
UART0_RTSN	UART0 ready-to-send	W6	E17
UART1_RXD	UART1 receive	Y7	D15
UART1_TXD	UART1 transmit	W7	D16
UART1_CTSN	UART1 clear-to-send	V7	D18
UART1_RTSN	UART1 ready-to-send	Y8	D17
TCK	JTAG Test Clock	Y19	C13
TDI	JTAG Test Data In	Y18	D12
TDO	JTAG Test Data Out	W18	D11
TMS	JTAG Test Mode Select	W19	C11
TRSTN	JTAG Test Reset	W20	D14
I2C0_SCL	I <sup>2</sup> C0 Serial Clock (paket içi PMIC + EEPROM bus paylaşımı)	V8	C16
I2C0_SDA	I <sup>2</sup> C0 Serial Data	V7	C17

## Sıra G

Ball	Net	Kategori	Ball	Net	Kategori
G1	NC	—	G11	NC	—
G2	NC	—	G12	SYS_VDD2_3P3V	PWR
G3	NC	—	G13	SYS_VDD2_3P3V	PWR
G4	NC	—	G14	SYS_VOUT	PWR
G5	GND	GND	G15	SYS_VOUT	PWR
G6	NC	—	G16	GND	GND
G7	NC	—	G17	PMIC_NWAKEUP	PMIC
G8	EMMC_VCC	PWR	G18	NC	—
G9	EMMC_VCC	PWR	G19	NC	—
G10	NC	—	G20	NC	—

Sinyal	İşlev	T-SiP	AM335x ZCZ
USB0_DP	USB0 D+	K1	N17
USB0_DM	USB0 D-	K2	N18
USB0_ID	USB0 OTG ID pin	L1	N19
USB0_VBUS	USB0 VBUS sense	L2	N16
USB0_DRVVBUS	USB0 VBUS sürücü kontrolü	K3	N15
USB0_CE	USB0 charge enable	L3	N14

Sinyal	İşlev	T-SiP	AM335x ZCZ
USB1_DP	USB1 D+	J2	F1
USB1_DM	USB1 D-	H2	F3
USB1_VBUS	USB1 VBUS sense (5 V)	H1	F2
USB1_ID	USB1 OTG ID pin (host = float, device = GND)	J1	F4
USB1_DRVVBUS	USB1 VBUS sürücü kontrolü	H3	E1
USB1_CE	USB1 charge enable	J3	E2

## Sıra H

Ball	Net	Kategori	Ball	Net	Kategori
H1	USB1_VBUS	USB	H11	NC	—
H2	USB1_DM	USB	H12	NC	—
H3	USB1_DRVVBUS	USB	H13	NC	—
H4	NC	—	H14	SYS_VDD1_3P3V	PWR
H5	GND	GND	H15	SYS_VDD1_3P3V	PWR
H6	NC	—	H16	GND	GND
H7	EMMC_VCCQ	PWR	H17	EXT_WAKEUP	RST
H8	EMMC_VCCQ	PWR	H18	NC	—
H9	NC	—	H19	NC	—
H10	NC	—	H20	NC	—

## Sıra J

Ball	Net	Kategori	Ball	Net	Kategori
J1	USB1_ID	USB	J11	GND	GND
J2	USB1_DP	USB	J12	GND	GND
J3	USB1_CE	USB	J13	GND	GND
J4	NC	—	J14	SYS_VDD1_3P3V	PWR
J5	GND	GND	J15	SYS_VDD1_3P3V	PWR
J6	NC	—	J16	GND	GND
J7	EMMC_VCCQ	PWR	J17	PMIC_NINT	PMIC
J8	EMMC_VCCQ	PWR	J18	NC	—
J9	GND	GND	J19	NC	—
J10	GND	GND	J20	NC	—

Sinyal	İşlev	T-SiP	AM335x ZCZ
OSC0_CTL	Ana 24 MHz osilatör kontrol pini (paket içi)	M1	D14
OSC0_TP	Ana osilatör test pini (üretim; kullanıcı bağlamaz)	M6	D13
OSC1_IN	RTC 32,768 kHz kristal girişi (paket içi)	Y13	B15
OSC1_OUT	RTC 32,768 kHz kristal çıkışı (paket içi)	Y14	C15
OSC1_GND	RTC osilatör topraklaması	W13	A15

Sinyal	İşlev	T-SiP	AM335x ZCZ
PMIC_NRESET	PMIC reset girişi	A19	—
PWRONRSTN	AM3358 PWRONRST giriş (cold reset)	D11	A10
PWRONRSTN_OD	SN74LVC1G07 open-drain buffer çıkışı	C17	—
WARMRSTN	AM3358 warm reset (PMIC kontrolünde)	B17	A9
RTC_PWRONRSTN	RTC alt sistemi reset (her zaman aktif rail)	D13	C11
RTC_KALDO_ENN	RTC LDO enable (TPS65217C kontrolü, kullanıcı bağlamaz)	U15	D9
XDMA_EVENT_INTR0	EDMA event/interrupt giriş 0	W14	A12
XDMA_EVENT_INTR1	EDMA event/interrupt giriş 1	V14	B12

## Sıra K

Ball	Net	Kategori	Ball	Net	Kategori
K1	USB0_VBUS	USB	K11	SYS_VDD3_3P3V	PWR
K2	USB0_DM	USB	K12	GND	GND
K3	USB0_DRVVBUS	USB	K13	SYS_RTC_1P8V	PWR
K4	NC	—	K14	SYS_RTC_1P8V	PWR
K5	GND	GND	K15	GND	GND
K6	GND	GND	K16	GND	GND
K7	GND	GND	K17	EXTINTN	RST
K8	GND	GND	K18	GPMC_WEN	GPMC
K9	GND	GND	K19	GPMC_OEN_REN	GPMC
K10	SYS_VDD3_3P3V	PWR	K20	GPMC_CSN0	GPMC

## Sıra L

Ball	Net	Kategori	Ball	Net	Kategori
L1	USB0_ID	USB	L11	SYS_VDD3_3P3V	PWR
L2	USB0_DP	USB	L12	SYS_VDD3_3P3V	PWR
L3	USB0_CE	USB	L13	SYS_RTC_1P8V	PWR
L4	NC	—	L14	SYS_RTC_1P8V	PWR
L5	GND	GND	L15	GND	GND
L6	GND	GND	L16	GND	GND
L7	SYS_VDD3_3P3V	PWR	L17	NC	—
L8	SYS_VDD3_3P3V	PWR	L18	LCD_DATA15	LCD
L9	SYS_VDD3_3P3V	PWR	L19	GPMC_ADV_N_ALE	GPMC
L10	SYS_VDD3_3P3V	PWR	L20	GPMC_BEN0_CLE	GPMC

Sinyal	İşlev	T-SiP	AM335x ZCZ
ECAP0_IN_PWM0_OUT	eCAP0 giriş / ePWM0 çıkış (multifunction)	V15	C18

Sinyal	İşlev	T-SiP
VIN_AC	TPS65217C AC adaptör girişi (5 V nominal, 3 paralel pad)	A6, A7, A8
VIN_USB	TPS65217C USB girişi (5 V, 3 paralel pad; KiCad iç ad: VDD_USB_5V)	B18, B19, B20
VIN_BAT	Tek-hücre Li-Ion/LiPo batarya girişi (3 paralel pad)	A11, B11, C11

### Sıra M

Ball	Net	Kategori	Ball	Net	Kategori
M1	OSC0_CTL	OSC	M11	VDDSHV1	PWR
M2	EEPROM_WP	EEP	M12	VDDSHV6	PWR
M3	RMII_REF_CLK	ETH	M13	VDD5_RTC	PWR
M4	NC	—	M14	VDD5	PWR
M5	GND	GND	M15	GND	GND
M6	OSC0_TP	OSC	M16	GND	GND
M7	VDDSHV4	PWR	M17	NC	—
M8	VDDSHV5	PWR	M18	LCD_DATA12	LCD
M9	VDDSHV3	PWR	M19	LCD_DATA13	LCD
M10	VDDSHV2	PWR	M20	LCD_DATA14	LCD

### Sıra N

Ball	Net	Kategori	Ball	Net	Kategori
N1	MII1_TX_CLK	ETH	N11	SYS_VDD_1P8V	PWR
N2	MII1_TXD0	ETH	N12	SYS_VDD_1P8V	PWR
N3	MII1_TXD1	ETH	N13	SYS_VDD_1P8V	PWR
N4	NC	—	N14	SYS_VDD_1P8V	PWR
N5	GND	GND	N15	GND	GND
N6	GND	GND	N16	GND	GND
N7	SYS_VDD_1P8V	PWR	N17	NC	—
N8	SYS_VDD_1P8V	PWR	N18	LCD_DATA9	LCD
N9	SYS_VDD_1P8V	PWR	N19	LCD_DATA10	LCD
N10	SYS_VDD_1P8V	PWR	N20	LCD_DATA11	LCD

### Sıra P

Ball	Net	Kategori	Ball	Net	Kategori
P1	MII1_TXD2	ETH	P11	SYS_VDD_1P8V	PWR
P2	MII1_TXD3	ETH	P12	GND	GND
P3	MII1_TX_EN	ETH	P13	GND	GND
P4	NC	—	P14	GND	GND
P5	GND	GND	P15	GND	GND
P6	GND	GND	P16	GND	GND
P7	GND	GND	P17	NC	—
P8	GND	GND	P18	LCD_DATA6	LCD
P9	GND	GND	P19	LCD_DATA7	LCD
P10	SYS_VDD_1P8V	PWR	P20	LCD_DATA8	LCD

Net	İşlev	N	T-SiP koordinatları
SYS_VDD_1P8V	Sistem 1,8 V rail (LDO3 çıkışı)	10	N7–N14, P10, P11
SYS_VDD3_3P3V	Sistem 3,3 V rail (LDO4 çıkışı)	8	K10, K11, L7–L12
SYS_VDD2_3P3V	Sistem yardımcı 3,3 V rail	4	F12, F13, G12, G13
SYS_VDD1_3P3V	Sistem 3,3 V (LDO1) — RTC dahil	4	H14, H15, J14, J15

Sinyal	İşlev	T-SiP
VDD_MPU	AM3358 MPU (Cortex-A8) çekirdek rail (DCDC1)	U6
VDD_CORE	AM3358 çekirdek mantık rail (DCDC2)	U13
VDDS_DDR	DDR3L EMIF I/O rail (DCDC3)	U9
VDDS_PLL	PLL analog rail (LDO3)	U10
VDDS_RTC	RTC alt sistemi rail	M13, U14
VDDSHV1	IO gerilim alanı 1	M11
VDDSHV2	IO gerilim alanı 2	M10
VDDSHV3	IO gerilim alanı 3	M9
VDDSHV4	IO gerilim alanı 4	M7
VDDSHV5	IO gerilim alanı 5	M8
VDDSHV6	IO gerilim alanı 6	M12
VPP	eFuse programlama gerilimi (üretim hattı; kullanıcı yüksek empedans bırakır)	R13
SYS_VDD1_CTL	PMIC LDO1 enable kontrolü (paket içi)	F18
SYS_VOUT	PMIC ana sistem rail çıkışı	4 paralel pad
SYS_ADC_1P8V	ADC analog ada beslemesi	Y12
SYS_RTC_1P8V	RTC 1,8 V rail (her zaman açık)	K13, K14, L13, L14

## Sıra R

Ball	Net	Kategori	Ball	Net	Kategori
R1	MII1_RX_DV	ETH	R11	GND	GND
R2	MII1_COL	ETH	R12	GND	GND
R3	MII1_CRS	ETH	R13	VPP	PWR
R4	NC	—	R14	NC	—
R5	GND	GND	R15	NC	—
R6	NC	—	R16	GND	GND
R7	NC	—	R17	NC	—
R8	NC	—	R18	LCD_DATA3	LCD
R9	GND	GND	R19	LCD_DATA4	LCD
R10	GND	GND	R20	LCD_DATA5	LCD

Sinyal	İşlev	T-SiP
PMIC_PB_IN	Power button girişi	A18
PMIC_NRESET	PMIC reset	A19
PMIC_PWR_EN	Power enable (PMIC açma sinyali)	C18
PMIC_POWER_EN	Sistem güç enable	D18
PMIC_PGOOD	Power Good (rail'ler stabil olunca HIGH)	E18
PMIC_LDO_PGOOD	LDO Power Good	F18
PMIC_NINT	PMIC interrupt çıkışı	G18
PMIC_NWAKEUP	PMIC wake event çıkışı	H18
PMIC_SCL	PMIC I <sup>2</sup> C clock	U8
PMIC_SDA	PMIC I <sup>2</sup> C data	V8
PMIC_TS	Termistör sense (NTC, batarya sıcaklığı)	E17
PMIC_BAT_SENSE	Batarya gerilim sense	F17

### Sıra T

Ball	Net	Kategori	Ball	Net	Kategori
T1	MII1_RX_CLK	ETH	T11	GND	GND
T2	MII1_RX_ER	ETH	T12	GND	GND
T3	MII1_RXD0	ETH	T13	GND	GND
T4	GND	GND	T14	GND	GND
T5	GND	GND	T15	GND	GND
T6	GND	GND	T16	GND	GND
T7	GND	GND	T17	GND	GND
T8	GND	GND	T18	LCD_DATA0	LCD
T9	GND	GND	T19	LCD_DATA1	LCD
T10	GND	GND	T20	LCD_DATA2	LCD

### Sıra U

Ball	Net	Kategori	Ball	Net	Kategori
U1	MII1_RXD1	ETH	U11	NC	—
U2	MII1_RXD2	ETH	U12	PMIC_MUX_OUT	PMIC
U3	MII1_RXD3	ETH	U13	VDD_CORE	PWR
U4	GND	GND	U14	VDDS_RTC	PWR
U5	GND	GND	U15	RTC_KALDO_ENN	RTC
U6	VDD_MPU	PWR	U16	GND	GND
U7	PMIC_SDA	PMIC	U17	GND	GND
U8	PMIC_SCL	PMIC	U18	LCD_VSYNC	LCD
U9	VDDS_DDR	PWR	U19	LCD_HSYNC	LCD
U10	VDDS_PLL	PWR	U20	LCD_PCLK	LCD

## Sıra V

Ball	Net	Kategori	Ball	Net	Kategori
V1	MDIO	ETH	V11	AIN6	ADC
V2	MMC0_DAT2	MMC	V12	AIN7	ADC
V3	MMC0_DAT1	MMC	V13	CAP_VDD_RTC	RTC
V4	SPI0_CS1	SPI	V14	XDMA_EVENT_INTR1	RST
V5	UART0_RTSN	UART	V15	ECAP0_IN_PWM0_OUT	PWM
V6	UART0_CTSN	UART	V16	MCASP0_AHCLKX	AUD
V7	I2C0_SDA	I <sup>2</sup> C	V17	MCASP0_AXR1	AUD
V8	I2C0_SCL	I <sup>2</sup> C	V18	EMU0	JTAG
V9	AIN3	ADC	V19	EMU1	JTAG
V10	AIN2	ADC	V20	LCD_AC_BIAS_EN	LCD

## Sıra W

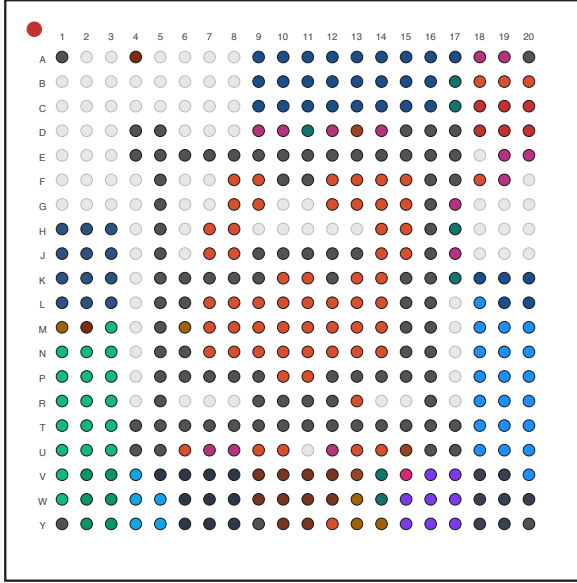
Ball	Net	Kategori	Ball	Net	Kategori
W1	MDC	ETH	W11	AIN5	ADC
W2	MMC0_CMD	MMC	W12	VREFP	ADC
W3	MMC0_CLK	MMC	W13	OSC1_GND	OSC
W4	SPI0_D1	SPI	W14	XDMA_EVENT_INTR0	RST
W5	SPI0_D0	SPI	W15	MCASP0_FSR	AUD
W6	UART0_TXD	UART	W16	MCASP0_AXR0	AUD
W7	UART1_TXD	UART	W17	MCASP0_AHCLKR	AUD
W8	UART1_CTSN	UART	W18	TD0	JTAG
W9	VREFN	ADC	W19	TMS	JTAG
W10	AIN1	ADC	W20	TRSTN	JTAG

## Sıra Y

Ball	Net	Kategori	Ball	Net	Kategori
Y1	GND	GND	Y11	AIN4	ADC
Y2	MMC0_DAT3	MMC	Y12	SYS_ADC_1P8V	PWR
Y3	MMC0_DAT0	MMC	Y13	OSC1_IN	OSC
Y4	SPI0_CS0	SPI	Y14	OSC1_OUT	OSC
Y5	SPI0_SCLK	SPI	Y15	MCASP0_ACLKR	AUD
Y6	UART0_RXD	UART	Y16	MCASP0_FSX	AUD
Y7	UART1_RXD	UART	Y17	MCASP0_ACLKX	AUD
Y8	UART1_RTSN	UART	Y18	TDI	JTAG
Y9	AGND_ADC	GND	Y19	TCK	JTAG
Y10	AIN0	ADC	Y20	GND	GND

## NAR-3358 — T-SiP Pinout (BGA 20x20)

30 x 30 x 2,2 mm · 400 ball · 1,27 mm pitch · Corezzle Elektronik A.Ş.  
Bottom view — Pin A1 □ at top-left corner; rows A-Y (I, O omitted per JEDEC), columns 1-20.



### Kategori / Category

- Güç girişi (VIN\_AC/USB/BAT)
- Güç rail (SYS\_\*, VDD\$, VDD\_\*)
- Toprak (GND, AGND\_ADC)
- ADC + TSC (AIN0-7, VREFP/N)
- RTC (CAP\_VDD\_RTC)
- Saat / Osilatör (OSC0/1, XTAL)
- EEPROM / eMMC kontrol (paket içi)
- GPMC paralel bus
- LCD denetleyicisi
- McASP audio serial
- Ethernet MII / MDIO
- MMC (microSD, eMMC)
- SPI
- UART / PC
- USB 0 / 1 OTG
- JTAG / Emülasyon
- PMIC kontrol (TPS65217C)
- Reset / Wake / Interrupt
- CAN (DCAN0/1)
- eCAP / ePWM / eQEP
- GPIO (genel amaçlı)
- Diğer / sınıflandırılmamış
- NC (Not Connected)

### Toplam: 400 ball

Toprak (GND, AGND\_ADC): 93  
Güç rail (SYS\_\*, VDD\$, VDD\_\*): 61  
GPMC paralel bus: 30  
LCD denetleyicisi: 20  
Ethernet MII / MDIO: 18  
PMIC kontrol (TPS65217C): 14  
USB 0 / 1 OTG: 12  
UART / PC: 10  
ADC + TSC (AIN0-7, VREFP/N): 10  
McASP audio serial: 8  
Reset / Wake / Interrupt: 7  
JTAG / Emülasyon: 7  
Güç girişi (VIN\_AC/USB/BAT): 6  
MMC (microSD, eMMC): 6  
Saat / Osilatör (OSC0/1, XTAL): 5  
SPI: 5  
RTC (CAP\_VDD\_RTC): 3  
EEPROM / eMMC kontrol (paket içi): 2  
eCAP / ePWM / eQEP: 1  
Boş / atanmamış: 82

Pin haritası tam tablosu: pinmap-tr.md (15+ kategori, T-SiP □ AM335x ZCCZ eşlemesi). Hover/taap ball tooltip'i pin adını gösterir.

**Şekil 3.1.** NAR-3358 T-SiP BGA pinout, bottom view. Sıralar A–Y (I, O atlanır), sütunlar 1–20. Pin A1 göstergesi sol-üst köşede. 318 ball etiketli (92 GND dahil) + 82 NC. Kategori renkleri sağdaki açıklama panelinde.

## BÖLÜM 4

# Elektriksel Karakteristikler

### 4.1 Mutlak Maksimum Değerler (Absolute Maximum Ratings)

**Uyarı:** Bu değerlerin aşılması cihazın kalıcı hasarına yol açabilir. Bu yalnızca dayanım sınırlarını ifade eder; cihazın işlevsel çalışması bu değerlerde **garanti edilmez**. Çalışma koşulları için section 4.2'a bakın.

Aşağıdaki değerler paket içi yongaların datasheet'lerindeki en *konservatif* (en kısıtlayıcı) sınıra dayanır.

**Tablo 4.1.** Mutlak maksimum değerler (paket pinlerinde, GND'ye göre).

Sembol	Parametre	Min	Maks	Birim
$V_{VIN\_AC}$	AC adaptör girişi (TPS65217C)	-0,3	+6,0	V
$V_{VIN\_USB}$	USB VBUS girişi	-0,3	+6,0	V
$V_{VIN\_BAT}$	Li-Ion batarya girişi	-0,3	+4,5	V
$V_{SYS\_3V3}$	Sistem 3,3 V rail	-0,3	+3,6	V
$V_{SYS\_1V8}$	Sistem 1,8 V rail	-0,3	+2,1	V
$V_{DDR}$	DDR3L rail (DCDC3)	-0,3	+1,65	V
$V_{IO}$	GPIO sürüş gerilimi (3,3 V alan)	-0,3	$V_{DD} + 0,3$	V
$I_{IO,pin}$	GPIO sürekli akım (her pin)	—	$\pm 6$	mA
$T_a$	Çalışma ortam sıcaklığı	-40	+85	°C
$T_{stg}$	Saklama sıcaklığı	-65	+150	°C
$T_j$	Birleşim sıcaklığı (junction)	—	+105	°C
$T_{sol}$	Lehim tepe sıcaklığı (J-STD-020E)	—	+260	°C
$V_{ESD,HBM}$	ESD Human Body Model (JS-001)	—	$\pm 2$	kV
$V_{ESD,CDM}$	ESD Charged Device Model (JS-002)	—	$\pm 500$	V

#### Üst Kaynak Datasheet — AM3358 Mutlak Maksimum

Tüm AM3358 sinyal pinleri için ayrıntılı mutlak maksimum tablosu, gerilim alanı kombinasyonları ve PCB tasarımcısı için ESD/EMI yönergeleri TI AM3358 datasheet Bölüm 6 ve 7'de verilmiştir: bkz. chapter 14.

### 4.2 Önerilen Çalışma Koşulları (Recommended Operating Conditions)

#### Giriş Rampası ve In-rush Akımı

NAR-3358'in güç-açma sıralaması PMIC fault kontrolleri için gerilim rampası ve in-rush akımı sınırlarına bağlıdır. Aşağıdaki parametreler aşıldığında PMIC UVLO veya OCP koruyucularını tetikleyerek açılışın başarısız olmasına neden olabilir.

**Tablo 4.2.** Önerilen çalışma koşulları.

Sembol	Parametre	Min	Tip	Maks	Birim
$V_{VIN\_AC}$	AC adaptör girişi	4,40	5,00	5,50	V
$V_{VIN\_USB}$	USB VBUS	4,40	5,00	5,50	V
$V_{VIN\_BAT}$	Li-Ion hücre	3,00	3,70	4,20	V
$V_{SYS\_3V3}$	3,3 V sistem rail	3,20	3,30	3,40	V
$V_{SYS\_1V8}$	1,8 V sistem rail	1,71	1,80	1,89	V
$V_{DDR}$	DDR3L rail (1,5 V std / 1,35 V LP)	1,425	1,500	1,575	V
$T_a$	Çalışma ortam sıcaklığı (industrial)	-40	+25	+85	°C
$f_{CPU}$	AM3358 ARM saati	300	1000	1000	MHz
$f_{EMIF}$	DDR3L EMIF saati	—	400	400	MHz

**Tablo 4.3.** Giriş rampası ve in-rush akımı önerilen sınırları.

Parametre	Koşul	Maks	Birim
$t_{r,VIN}$	VIN rise time (100 mV → 4,5 V), VIN_AC / VIN_USB	50	ms
$I_{in,AC}$	In-rush, VIN_AC (1 ms tepe)	2,1	A
$I_{in,USB}$	In-rush, VIN_USB (USB 2.0 uyumlu)	500	mA
$I_{in,BAT}$	In-rush, VIN_BAT (tek-hücre Li-Ion)	2,0	A
$I_{VIN\_AC,SS}$	Steady-state, VIN_AC	2,0	A
$I_{VIN\_USB,SS}$	Steady-state, VIN_USB (yüksek-akım USB charger)	1,3	A
$I_{VIN\_BAT,SS}$	Steady-state, VIN_BAT	2,0	A

### Toplam Akım Sınırı (Tüm Çıkış Rail'leri)

Çıkış rail'lerinden çekilen toplam akımın (paket içi tüketim + anakart yükleri) ilgili girişten alınabilen maksimum akımı aşmaması gerekir.

**Tablo 4.4.** Maksimum çıkış akımı sınırları (tüm çıkış rail'leri).

Çıkış rail	Tipik tüketici (paket içi + anakart payı)	Maks
SYS_VOUT	TPS65217C ana sistem switched çıkışı	500 mA
SYS_VDD1_3P3V	3,3 V (eMMC dahil) — LDO4 çıkışı	300 mA
SYS_VDD2_3P3V	3,3 V yardımcı — LDO2 çıkışı	100 mA
SYS_VDD3_3P3V	3,3 V IO — LDO4 paylaşılan	50 mA
SYS_RTC_1P8V	1,8 V RTC — LDO1 çıkışı	100 mA
SYS_VDD_1P8V	1,8 V sistem — LDO3 çıkışı	250 mA
SYS_ADC_1P8V	1,8 V analog ada (TL5209) — analog ADC referansı	25 mA

**Önemli:** Sıralı sınırlar bir rail'in kendisi için tek başına geçerlidir. Aynı zamanda *tüm rail'ler birden* bir girişten çekildiğinde, girişin maks akımı (Table 4.3) aşılmamalıdır. AM335x güç tüketimi, çalışan saat hızı ve DVFS noktasıyla değişir; toplam sistem tüketimi tahmini için TI *AM335x Power Estimation Tool*'a bakın.

### 4.3 DC Karakteristikler

DC karakteristikler, AM3358'in dış paket pinleri için geçerlidir ( $V_{SYS\_3V3} = 3,3 V$ ,  $T_a = +25 °C$ , aksi belirtilmedikçe).

**Tablo 4.5.** GPIO DC karakteristikleri (3,3 V alan).

Sembol	Parametre	Min	Tip	Maks
$V_{IH}$	Giriş yüksek seviye eşiği	0,65 $V_{DD}$	—	—
$V_{IL}$	Giriş düşük seviye eşiği	—	—	0,35 $V_{DD}$
$V_{OH}$	Çıkış yüksek seviye gerilimi	$V_{DD} - 0,4$	—	—
$V_{OL}$	Çıkış düşük seviye gerilimi	—	—	0,4
$I_{OH}$	Çıkış kaynak akımı (high-drive)	6 mA	—	—
$I_{OL}$	Çıkış akım çekişi (high-drive)	6 mA	—	—
$I_{IL}$	Giriş kaçak akımı	—	—	$\pm 10$ nA
$R_{PU}$	Dahili pull-up	50	70	110 k $\Omega$
$R_{PD}$	Dahili pull-down	50	70	110 k $\Omega$

**Çift gerilim alanı (VDDSHV1–6):** AM3358 IO pinlerinin büyük bölümü çift gerilim destekler (1,8 V veya 3,3 V). Her alan grubu için seçim, PMIC LDO3 rail'inden veya harici besleme ile yapılır (bkz. chapter 7).

## 4.4 Güç Tüketimi

Aşağıdaki değerler  $V_{VIN\_BAT} = 3,7$  V,  $T_a = +25$  °C, CPU 1 GHz koşullarında, AM335x mimari ve TPS65217C PMIC verim eğrisi temel alınarak hesaplanmış *indikatif tahmin değerleridir*. Üretim numuneleri üzerinde yapılacak bench karakterizasyonu sonrasında nihai değerler revizyonda yayımlanacaktır.

**Tablo 4.6.** İndikatif güç tüketimi profilleri (AM3358 + TPS65217C tipik çalışma noktaları temel alınarak hesaplandı; karakterizasyon sonrasında onaylanacak).

Mod	Tip	Maks	Birim
Active mode — CPU 1 GHz, Linux idle, Ethernet up	1100	1500	mW
Active mode — CPU 1 GHz, %100 dhrystone yük	1450	1900	mW
Active mode — CPU 600 MHz (DVFS), Linux idle	750	1050	mW
Active mode — CPU 300 MHz (DVFS), Linux idle	500	700	mW
Standby mode (PRU + RAM kalıcı)	120	180	mW
Deepsleep0 (DDR self-refresh, MPU off)	12	20	mW
Deepsleep1 (DDR off, MPU off)	800	1500	$\mu$ W
RTC-only mode (yalnız RTC alt sistemi + PMIC)	7	12	$\mu$ W

**Not (indikatif değerler):** Tablo değerleri TI AM335x *Power Consumption Summary* (SPRABO3) ve TPS65217C verim eğrilerinden türetilmiştir. Hedef bantlar: Linux idle 1 GHz < 1,5 W, deepsleep1 < 1,5 mW, RTC-only < 15  $\mu$ W.

**Not:** Sistem güç-açma sıralaması, sıfırlama ve uyandırma detayları (her rail için ramp süreleri, PGOOD-to-nRESET gecikmesi, PMIC\_NRESET, PWRONRSTN\_OD ve wake-up sinyalleri) chapter 7, “Güç-Açma Sıralaması” bölümünde verilmiştir.

## BÖLÜM 5

# Arayüzler

NAR-3358 kablosuz radyo bulundurmaz; bağlantı işlevi kablolu arabirimler (Ethernet, USB) ile sağlanır. Bu bölüm AM3358'in NAR-3358 paketinden dışarı çıkan tüm yüksek-hızlı arayüzlerini özetler. Sinyal-pin eşleştirmeleri için section 3.5'a bakın.

### 5.1 USB 2.0

AM3358 iki bağımsız USB 2.0 PHY içerir. Her iki port da OTG (On-The-Go) kapasitesindedir; NAR-3358 paket dışına ID ve DRVVBUS sinyallerini her ikisinde de routelar.

**Tablo 5.1.** USB 2.0 arabirim özellikleri.

Özellik	Değer
Sürüm	USB 2.0 Hi-Speed (480 Mbps)
Modlar (USB0)	Host, Device, OTG (varsayılan kullanım: dış USB-C konektör)
Modlar (USB1)	Host, Device, OTG (dış pin'lerde ID + DRVVBUS routelu)
PHY	Dahili (UTMI+ Level 3)
Veri hatları	D+/D- diferansiyel, 90 $\Omega$ kontrollü empedans
VBUS kontrol	USB0_DRVVBUS + USB1_DRVVBUS pinli (host modu için 5 V switch)
ID algılama	USB0_ID + USB1_ID pinli (OTG cihaz tipi algılama)
ESD koruma	Harici TVS önerilir (ör. USBLC6, TPD2EUSB30)

**Not:** Tipik anakart kullanımında USB0 host/device (USB-C konektör), USB1 host (USB-A konektör) olarak yapılandırılır; ancak USB1 portu da gerekirse device veya OTG modunda çalıştırılabilir.

#### Anakart tarafı gereksinimler:

- USB-C veya USB-A konektörüne 90  $\Omega$  differential trace
- Trace uzunluğu eşleştirme:  $\pm 0,5$  mm
- ESD TVS dizisi (D+/D- hatlarına paralel)
- CC pull-down dirençleri (USB-C için 5,1 k $\Omega$ )

### 5.2 Ethernet (CPSW)

AM3358'in CPSW (Common Platform Switch) modülü 2 port + 1 host yapılandırmasındadır. NAR-3358 paket dışına MII1 portunu ve ortak MDIO/MDC management hatlarını çıkarır.

**Mod notu:** AM3358 silikonu *MII* / *RMII* / *RGMI* modlarını destekler; ancak NAR-3358 bu donanım sürümünde **yalnız MII modu sinyalleri PCB'de routelanmıştır** (MII1\_RXD0--3, MII1\_TXD0--3, RX\_CLK, TX\_CLK, RX\_DV, RX\_ER, TX\_EN, COL, CRS). RMII referans saati (50 MHz) veya RGMI gecikme hatları ayrı dış pad olarak ayrılmamıştır; ileride RMII/RGMI desteği için PCB revizyonu gerekir.

**Tablo 5.2.** CPSW MII1 portu özellikleri (NAR-3358 bu sürümde).

Özellik	Değer
Standart	IEEE 802.3 (10BASE-T, 100BASE-TX)
Mod (PCB)	MII (Media Independent Interface) — 16 sinyal hattı routelu
Veri hızı	10 / 100 Mbps
Half/Full duplex	Her ikisi
PHY arayüzü	MDIO + MDC (clause 22 management)
Adres uzayı	32 PHY adresi destekler

**Anakart tarafı gereksinimler:**

- MII uyumlu Ethernet PHY (ör. TI DP83822I, Microchip LAN8710A)
- 16 sinyal hattı + 25 MHz TX\_CLK
- Magjack (transformer entegre RJ45 konektör)
- Termination dirençleri PHY datasheet'ine göre

**Tipik MII zamanlama (10/100 Mb/s, AM335x referans):**

Parametre	Min	Tip	Maks
TX_CLK frekansı (100 Mb/s)	24,75	25,00	25,25 MHz
TX_CLK frekansı (10 Mb/s)	2,475	2,500	2,525 MHz
TX data setup (TX_EN → TX_CLK ↑)	10	—	—ns
TX data hold (↓ TX_CLK → TXD)	0	—	—ns
RX data setup (RX_DV → RX_CLK ↑)	10	—	—ns
RX data hold	10	—	—ns
PCB trace uzunluk farkı (TX/RX grup içi)	—	—	25 mm

Nihai zamanlama PHY entegrasyon testi sonrasında üretim revizyonunda güncellenecektir.

## 5.3 MMC / SD

AM3358 üç MMC/SD denetleyicisi içerir:

**Tablo 5.3.** MMC denetleyici dağıtımı.

Port	Kullanım	Bus genişliği
MMC0	Harici microSD kart (paket dış pad'leri)	4-bit
MMC1	Paket içi 4 GB eMMC	8-bit
MMC2	Opsiyonel ikinci SD/MMC (üretim seçimi)	4-bit

## 5.4 GPMC — General-Purpose Memory Controller

GPMC, AM335x'in yüksek-bantgenişlikli paralel asenkron/sync arabirimidir; harici NAND flash, NOR flash, PSRAM, FPGA ve özelleştirilmiş veri yolu cihazları için kullanılır.

**Tablo 5.4.** MMC/SD performans özellikleri.

Özellik	Değer
SD standardı	SD 3.0 (UHS-I), SDHC, SDXC
eMMC standardı	eMMC 5.0 (HS200 200 MHz, HS400 400 MHz nominal)
DDR mod	Destekler (eMMC)
Maks. okuma hızı	200 MB/s (HS400, eMMC) / 50 MB/s (UHS-I, microSD)
Boot desteği	MMC1 (paket içi eMMC) varsayılan boot kaynağı

**Tablo 5.5.** GPMC özellikleri.

Özellik	Değer
Tip	Multiplexed/non-multiplexed adres+data, async/sync
Veri yolu	16-bit (paket dış pad'leri AD8–AD15) 8-bit AD0–AD7 paket içi eMMC routing için kullanılır
Adres yolu	A0–A11 (12-bit, dış erişim)
Chip select	CSN0, CSN3 (2 dış chip select; CSN1/2 paket içi)
Maks. saat	100 MHz sync mod
Boot desteği	Asenkron NOR flash, NAND, OneNAND, NOR XIP
Sync arabirim	GPMC_CLK çıkışı, WAIT giriş(ler)i
ECC	Donanım BCH, Hamming (NAND için)

## 5.5 McASP – Audio Serial Port

AM3358 iki adet McASP (Multichannel Audio Serial Port) içerir; NAR-3358 paket dışına McASP0 sinyallerini çıkarır.

**Tablo 5.6.** McASP0 özellikleri.

Özellik	Değer
Formatlar	I <sup>2</sup> S, TDM, DSP mode, S/PDIF
Veri serileri (paket)	AXR0, AXR1 (TX/RX yönü yazılım tarafından seçilir)
Saat üreteçleri	ACLKX (TX bit), AHCLKX (TX master), AHCLKR (RX master)
Frame sync	FSX (TX), FSR (RX)
Maks. örnekleme hızı	192 kHz, 32-bit
TDM kanal sayısı	16 (per serializer)

**Tipik kullanım:** Harici I<sup>2</sup>S codec (ör. TLV320AIC3104, ES8316) bağlantısı; PCM audio in/out. NAR-3358 paket içinde codec bulunmaz; ses zinciri anakart tarafında tasarlanır.

## 5.6 DCAN – Dual CAN Bus

AM3358 iki adet DCAN (Dual Controller Area Network) denetleyicisi içerir; her ikisi de NAR-3358 paket dışında erişilebilir.

**Tablo 5.7.** DCAN özellikleri.

Özellik	Değer
Standart	ISO 11898-1, CAN 2.0A (11-bit ID) ve 2.0B (29-bit ID)
Maks. bit hızı	1 Mbps
Mesaj nesnesi	32 mailbox (her DCAN için)
Bus arıza yönetimi	Bus-off, error passive, error warning
Anakart gereksinimi	Harici CAN transceiver (TJA1051, ISO1042 vb.)

## 5.7 SPI, I<sup>2</sup>C, UART

**Tablo 5.8.** Düşük-hızlı arabirim özeti.

Arayüz	Özellik	Sayı (paket dışı)
SPI	Master/slave, 4-wire, full duplex, 24 MHz tepe	2 (SPI0, SPI1)
I <sup>2</sup> C	Fast-mode plus 1 MHz, master/slave, 7/10-bit adres	2 (I <sup>2</sup> C1, I <sup>2</sup> C2)*
UART	16C750 uyumlu, 460 kbps, hardware flow control	6 (UART0-5)

\* I<sup>2</sup>C0 paket içi sistem yolu olarak rezerve edilmiştir (PMIC + EEPROM); harici erişim yok.

## 5.8 EMIF — DDR3L SDRAM Arabirimi

AM3358 EMIF kontrolörü DDR3L SDRAM ile haberleşir. NAR-3358'de EMIF sinyalleri **paket içinde** 1 GB DDR3L SDRAM'a bağlıdır; bu sinyaller paket dışına çıkmaz.

**Tablo 5.9.** DDR3L EMIF (paket içi).

Özellik	Değer
DDR standardı	DDR3L (1,35 V Low-Power) veya DDR3 (1,5 V)
Maks. saat	400 MHz EMIF clock (800 MT/s)
Veri yolu	16-bit (DDR_D0--D15), 2 byte lane (D0-7 + D8-15)
Veri strobu	2 çift diferansiyel: DDR_DQS0+/- + DDR_DQS1+/-
Veri maskesi	DDR_DQM0, DDR_DQM1 (per-byte mask)
Adres	16-bit row (DDR_A0--A15) + 13-bit column + 3-bit bank (DDR_BA0--BA2, 8 bank)
Saat	Diferansiyel (DDR_CLK / DDR_CLKn)
Kontrol	CASn, RASn, WEn, CKE, CSn, ODT, RESETn
Kapasite	1 GB (8 Gbit, 512M × 16 organizasyon)
Referans gerilim	DDR_VREF (besleme ortası), DDR_VTP (termination)
Termination	Fabrikada kalibre on-die termination (ODT)
ECC	Desteklemez (tek-yonga, 16-bit)
Self-refresh	Otomatik (deepsleep0 modu için)

**Üst Kaynak Datasheet – DDR3L SDRAM**

DDR3L 1,35 V SDRAM zamanlama parametreleri, refresh aralıkları ve güç tüketim profilleri için JEDEC **JESD79-3F** standardına bakın: bkz. chapter 14. Üretici-spesifik datasheet, üretim revizyonu sırasında AVL ile birlikte yayımlanır.

**Tipik EMIF zamanlama (DDR3L 800 MT/s, JEDEC JESD79-3F):**

Parametre	Açıklama	Tipik
$t_{CK}$	Saat periyodu (400 MHz)	2,5 ns
CL	CAS gecikme	6 cycle (15 ns)
$t_{RCD}$	RAS-to-CAS gecikme	6 cycle (15 ns)
$t_{RP}$	Row precharge	6 cycle (15 ns)
$t_{RAS}$	Active-to-precharge min	15 cycle (37,5 ns)
$t_{RC}$	Active-to-active	21 cycle (52,5 ns)
$t_{RFC}$	Refresh cycle (8 Gb yoğunluk)	140 cycle (350 ns)
$t_{REFI}$	Refresh aralığı (normal sıcaklık)	7,8 $\mu$ s (3120 cycle)
$t_{WR}$	Write recovery	6 cycle (15 ns)
$t_{WTR}$	Write-to-read	4 cycle (10 ns)
ZQ kalibrasyon başlangıç	İlk-açma	$\geq$ 512 cycle
ZQ kalibrasyon periyodik	Periyodik	256 ms aralık

EMIF başlatma (u-boot SPL içinde) AM335x *Quick Reference Guide for EMIF DDR3 Initialization* prosedürünü izler. Nihai üretim-doğrulanmış değerler AVL onaylı DDR3L tedarikçisi datasheet'ine göre revizyonda güncellenecektir.

**DDR PHY / EMIF Önerilen Register Değerleri**

NAR-3358'in paket içi 1 GB DDR3L SDRAM'ı için AM335x EMIF, Control Module ve DDR PHY register'larının önerilen başlangıç değerleri Table 5.10'de listelenmiştir. Bu değerler 800 MT/s (400 MHz EMIF saati) çalışma noktası için *Software Leveling* prosedürünü kullanılarak türetilmiştir ve u-boot SPL içinde EMIF başlatma kodunda kullanılabilir.

**Notlar:**

- <sup>(1)</sup> “CMDx” — x 0, 1, 2 değerlerini alır (3 komut hattı grubu).
- <sup>(2)</sup> “DATAx” — x 0, 1 değerlerini alır (2 veri byte lane: DATA0 = DQ[7:0], DATA1 = DQ[15:8]).
- Yukarıdaki değerler *Software Leveling* prosedürü için başlangıç (seed) değerleridir. Üretim aşamasında her birim için kalibrasyon TI *AM335x DDR Tools* ile yeniden çalıştırılarak nihai değerler bulunur (her birim için  $\pm 5\%$  varyasyon tipiktir).
- Yazılım entegrasyonu için TI *AM335x DDR PHY register configuration for DDR3 using Software Leveling* rehberine bakın: bkz. chapter 14.

**Software Leveling için Kalibrasyon Seed Değerleri**

Manuel kalibrasyon yeniden çalıştırılırsa, aşağıdaki seed değerleri başlangıç noktası olarak kullanılır:

**5.9 JTAG ve Emülasyon**

AM3358 IEEE 1149.1 uyumlu JTAG arabirimine sahiptir; gömülü ICEPick-D ile birden fazla TAP (Test Access Port) içerir.

**Önerilen debug donanımı:** TI XDS200/XDS560v2 emülatörü, J-Link Pro CTI 20-pin ile beraber. Açık kaynak: OpenOCD AM335x desteği.

**Tablo 5.10.** AM335x EMIF, Control Module ve DDR PHY önerilen register değerleri (DDR3L 1 GB, 800 MT/s, indikatif). Üretim revizyonu AVL onaylı DDR3L tedarikçisi datasheet ile doğrulanır.

Register	Periferal / İşlev	Önerilen Değer
<b>Control Module — IO empedans kontrolü</b>		
DDR_CMDx_IOCTRL <sup>(1)</sup>	Komut hattı IO empedansı (DDR3L 40 Ω)	0x0000018B
DDR_DATAx_IOCTRL <sup>(2)</sup>	Veri hattı IO empedansı	0x0000018B
<b>EMIF — bellek konfigürasyonu ve zamanlama</b>		
SDRAM_CONFIG	DDR3, 1 GB, 16-bit, CL = 6, 8-bank	0x61C05332
SDRAM_CONFIG_2	Genişletilmiş yapılandırma	0x00000000
SDRAM_REF_CTRL	Refresh aralığı (3120 cycle @ 400 MHz)	0x00000C30
SDRAM_TIM_1	$t_{RP}, t_{RCD}, t_{WR}, t_{RAS}, t_{RC}, t_{RRD}, t_{WTR}$	0x0AAAD4DB
SDRAM_TIM_2	$t_{XP}, t_{ODT}, t_{XSNR}, t_{XSRD}, t_{RTP}, t_{CKE}$	0x266B7FDA
SDRAM_TIM_3	$t_{CKESR}, ZQCS$ aralığı, RAS_max, $t_{RFC}$	0x501F867F
ZQ_CONFIG	ZQ kalibrasyon (başlangıç + periyodik 256 ms)	0x50074BE4
DDR_PHY_CTRL_1	DLL ready zamanlama	0x00100007
<b>DDR PHY — slave ratio kalibrasyon (Software Leveling)</b>		
CMDx_REG_PHY_CTRL_SLAVE_RATIO_0 <sup>(1)</sup>	DLL slave ratio, komut hattı	0x00000080
CMDx_REG_PHY_INVERT_CLKOUT_0 <sup>(1)</sup>	Komut clkout inversiyonu	0x00000000
DATAx_REG_PHY_RD_DQS_SLAVE_RATIO_0 <sup>(2)</sup>	Veri okuma DQS gating	0x0000003A
DATAx_REG_PHY_WR_DQS_SLAVE_RATIO_0 <sup>(2)</sup>	Veri yazma DQS gating	0x00000045
DATAx_REG_PHY_FIFO_WE_SLAVE_RATIO_0 <sup>(2)</sup>	Yazma FIFO gating	0x00000095
DATAx_REG_PHY_WR_DATA_SLAVE_RATIO_0 <sup>(2)</sup>	Yazma veri gating	0x0000007F

Parametre	Seed değer (decimal)
DATAx_PHY_RD_DQS_SLAVE_RATIO	40
DATAx_PHY_FIFO_WE_SLAVE_RATIO	64
DATAx_PHY_WR_DQS_SLAVE_RATIO	0

**Tablo 5.11.** JTAG arabirim özellikleri.

Özellik	Değer
Standart	IEEE 1149.1 (JTAG), IEEE 1149.7 (cJTAG)
Maks. TCK frekansı	50 MHz
Emülasyon	TI cTools, EMU0/1 pinli
Boundary scan	Tam destek
TRST	Aktif düşük, harici pull-down önerilir

## BÖLÜM 6

# AM3358 Çevre Birimleri

NAR-3358 paketinin merkezi AM3358 işlemcisidir; aşağıdaki çevre birimleri AM3358 silikonu içinde entegredir ve NAR-3358 paket dışına ilgili pin sinyalleri ile çıkarılır.

### 6.1 PRU-ICSS — Programlanabilir Gerçek-Zaman Alt Sistemi

PRU-ICSS (Programmable Real-time Unit and Industrial Communications Subsystem), AM335x'in en ayırt edici özelliğidir. ARM çekirdeğinden bağımsız çalışan iki adet 32-bit RISC PRU çekirdeği, deterministik döngü süresi ile motor kontrolü, endüstriyel protokoller ve hassas zamanlama uygulamaları için kullanılır.

**Tablo 6.1.** PRU-ICSS özellikleri.

Özellik	Değer
PRU çekirdek sayısı	2 (PRU0, PRU1)
Saat hızı	200 MHz (5 ns/komut)
Komut RAM (her PRU)	8 KB
Veri RAM (her PRU)	8 KB
Paylaşılan RAM	12 KB
GPIO (her PRU)	16 input + 16 output, tek-çevrim erişim
Donanım protokolleri	EtherCAT, PROFIBUS, PROFINET RT, EnDat, BiSS, HSL, Sigma-Delta
İletişim	ARM ile mailbox/interrupt + DDR3L erişimi
Ekosistem	TI PRU Optimizing C/C++ Compiler, TI PRU Linux Userspace SDK, açık kaynak AM335x topluluk örnekleri

#### Tipik kullanım senaryoları:

- Servo motor kontrolü (< 5 µs gecikme)
- EtherCAT slave (ana çekirdek Linux'ta, PRU EtherCAT MAC)
- Yüksek hızlı encoder okuma + PWM çıkışı (motor sürücü)
- Hassas zamanlama (Time-Sensitive Networking)
- Yazılım-tanımlı endüstriyel I/O modülleri

### 6.2 ADC ve Dokunmatik Ekran Denetleyicisi (TSC\_ADC)

AM3358 dahili 12-bit SAR ADC içerir; 8 kanal multiplexed, maksimum 200 kSPS örnekleme hızı. Aynı blok 4-veya-5-tel resistive dokunmatik ekran denetleyicisi olarak da kullanılabilir.

**Anakart önerisi:** Tipik kullanımda VREFP pini SYS\_ADC\_1P8V'ye, VREFN pini AGND\_ADC'ye bağlanır (varsayılan tam ölçek 0 – 1,8 V). Hassas ölçüm uygulamalarında VREFP/VREFN dış referans IC (ör. REF3318) ile beslenebilir.

**Tablo 6.2.** TSC\_ADC özellikleri.

Özellik	Değer
Çözünürlük	12-bit
Maks. örnekleme hızı	200 kSPS (tek kanal)
Kanal sayısı	8 (AIN0--AIN7, paket dışı)
Referans gerilimi (besleme)	1,8 V (SYS_ADC_1P8V, ikincil PMIC TL5209DRG4'ten)
Referans pozitif/negatif	Diferansiyel: VREFP + VREFN (paket dışı pad'ler, hassas analog ölçüm için ayrı referans bağlanabilir)
Analog toprak	AGND_ADC (sistem GND'den ayrı, gürültü ayrıştırması)
Giriş gerilim aralığı	0 – 1,8 V (varsayılan); VREFP/VREFN ile yeniden ölçeklenebilir
DNL (tipik)	±1 LSB
INL (tipik)	±3 LSB
Dokunmatik ekran modu	4-tel veya 5-tel resistive (pen detect dahil)
Programlanabilir adım	Açık-kanal/sıralı tarama, FIFO destekli

### 6.3 LCD Denetleyicisi ve GPU

AM3358 paralel TFT LCD denetleyicisi (LIDD + Raster Display) PowerVR SGX530 3D GPU ile beraber kullanılır. Detaylı arayüz sinyali tablosu için ??'e bakın.

#### GPU özellikleri (PowerVR SGX530):

- OpenGL ES 2.0, OpenVG 1.1, OpenMAX
- Tile-based deferred rendering (TBDR)
- 32-bit Z/stencil buffer
- 4× MSAA hızlandırma
- DDR3L'den texture fetch

### 6.4 Motor Kontrol Çevre Birimleri (eCAP/ePWM/eQEP)

AM3358, motor kontrol uygulamaları için üçlü grup sunar; her grup üç bağımsız modül içerir.

**Tablo 6.3.** Motor kontrol modülleri.

Modül	İşlev	Sayı
eCAP (Enhanced Capture)	Yüksek-çözünürlüklü zamanlama yakalama, frekans/duty ölçüm, PWM yakalama, 4-event sequencer	3 (eCAP0–2)
ePWM (Enhanced PWM)	Yüksek-çözünürlüklü PWM çıkışı, dead-band, trip-zone, digital current limit	3 (ePWM0–2); 6 PWM çıkışı
eQEP (Enhanced Quadrature Encoder Pulse)	Quadrature encoder pulse decoder, position/velocity ölçüm, index pulse	3 (eQEP0–2)

**Tipik uygulama:** Servo motor sürücü — eQEP encoder okur, ePWM motor sürücüyü gerilim verir, eCAP fault sense yapar; hepsi ARM çekirdeği yerine PRU-ICSS tarafından koordine edilir.

## 6.5 DMTimer – General-Purpose Timer

AM3358 sekiz adet 32-bit DMTimer (DM Timer) içerir; sistem kesintileri, watchdog ve PWM çıkışı için kullanılır.

**Tablo 6.4.** DMTimer özellikleri.

Özellik	Değer
Sayı	8 (DMTimer0–7)
Genişlik	32-bit
Saat kaynağı	32 kHz (RTC), 24 MHz (CRYSTAL), 32,768 kHz (RTC_OSC)
Maks. saat hızı	Saat kaynağıyla aynı
Modlar	One-shot, periodic, PWM, capture
Watchdog	DMTimer1 watchdog olarak yapılandırılabilir

## 6.6 GPIO

AM3358 dört adet GPIO bank içerir; her bank 32 pin (toplam 128 pin), bağımsız kesme yönetimi ile.

**Tablo 6.5.** GPIO bank özellikleri.

Özellik	Değer
Bank sayısı	4 (GPIO0–3)
Pin sayısı (bank başına)	32
Toplam GPIO	128 (paylaşımlı multiplexed pin; gerçek dış erişim alternatif fonksiyon seçimine bağlı)
Sürüş gücü	4 / 8 mA (yazılım tarafından seçilir)
Kesme yönetimi	Edge / level, polarite yazılım tarafından seçilir
DMA tetikleyici	Her GPIO bank için EDMA channel

**Not:** GPIO sinyalleri AM3358 pin mux matrisinde alternatif fonksiyon olarak görünür. Bir pin'in GPIO veya başka bir peripheral (UART, SPI vb.) olarak kullanımı pin mux register'larıyla seçilir.

## 6.7 Saat Kaynakları (Paket İçi Kristaller)

NAR-3358 paket içine **iki adet kuartz kristal** entegre edilmiştir; anakart tarafında ek osilatör veya kristal devresi *gerekmez*. Bu, rakip SiP çözümlerine kıyasla NAR-3358'in ayırt edici bir mimari özelliğidir:

- **24 MHz ana kristal** — AM3358'in OSC0\_TP pinine (paket içi) bağlı, sistem birincil saat kaynağı.
- **32,768 kHz RTC kristal** — AM3358'in RTC alt sistemi (OSC1\_IN, OSC1\_OUT) pinlerine (paket içi) bağlı; her zaman aktif rail (VDDS\_RTC) üzerinden beslenir.

Boot mode resistor'leri (SYSBOOT[15:14]) paket içinde **0b01** olarak ayarlıdır; bu, 24 MHz birincil saat seçimine karşılık gelir (bkz. section 3.4).

**Tablo 6.6.** Paket içi kristal karakteristikleri (indikatif tipik değerler; üretim revizyonu AVL onaylı tedarikçi datasheet'ine göre güncellenecek).

Parametre	24 MHz Ana	32,768 kHz RTC	Birim
Nominal frekans	24,000	0,032768	MHz
Başlangıç frekans toleransı (@25 °C)	±20	±20	ppm
Frekans stability (sıcaklık, -40 – +85 °C)	±30	±20	ppm
Aging (ilk yıl)	±5	±3	ppm
Aging (sonraki yıllar, tipik)	±2	±1	ppm/yıl
Equivalent Series Resistance (ESR), maks	60	80	kΩ (yalnız RTC için) / Ω
Load capacitance (C <sub>L</sub> ), dahili eşleştirilmiş	—	—	pF
Period Jitter, RMS (tipik)	< 15	—	ps
Cycle-to-Cycle Jitter (tipik)	< 100	—	ps
Aktif besleme akımı (tipik)	3 (5 maks)	1 (2 maks)	mA / μA
Çalışma sıcaklığı (paket sınırı dahilinde)	0 – +70 (TCE)	0 – +70	°C

## Karakteristikler

### Tasarım Notları

- Paket içi kristaller fabrikada AM3358 için optimize edilmiş load capacitance ile eşleştirilmiştir; anakart tarafında ek load cap'i *eklenmez*.
- Harici 24 MHz saat kaynağı kullanımı (örn. silikon osilatör) bu paket revizyonunda *desteklenmez*. OSC0\_TP pini paket içi devreye doğrudan bağlıdır ve dış pin olarak erişilemez. Harici saat girişi gerektiğinde tedarikçi ile özel sürüm üzerinden iletişime geçilir.
- RTC alt sistemi her zaman aktiftir; sistem deepsleep veya RTC-only modlarında bile 32,768 kHz osilatör çalışır (< 2 μA tipik tüketim).

## 6.8 RTC Alt Sistemi

AM3358 dahili RTC (Real-Time Clock) alt sistemi içerir; ayrı voltaj rail (VDDS\_RTC, LDO1'den) ve paket içi 32,768 kHz kristal ile çalışır (bkz. section 6.7). Sistem deepsleep veya RTC-only modunda iken bile zaman tutar.

**Tablo 6.7.** RTC alt sistemi özellikleri.

Özellik	Değer
Çözünürlük	1 saniye
Saat kaynağı	32,768 kHz (paket içi kristal)
Besleme	1,8 V (LDO1, her zaman açık)
Alarm	2 bağımsız alarm
Wake-on-RTC	Deepsleep0/1 modlarından çıkış
Doğruluk	± 20 ppm @+25 °C (32,768 kHz kuartz tipik)

## 6.9 Diğer Çevre Birimleri (Özet)

- **EDMA:** 64-kanal Enhanced DMA controller (yüksek-hızlı veri transferi)
- **Mailbox:** 4 adet mailbox (PRU-ARM, ARM-ARM IPC)

- **Spinlock:** 128 spinlock (multi-master sync)
- **Watchdog:** ayrı WDT0 + WDT1 (DMTimer1 alternatifi)
- **Sysclk:** çeşitli sistem saatleri (MAIN\_OSC 24 MHz, L3\_GCLK 200 MHz, L4\_GCLK 100 MHz)

**Üst Kaynak Datasheet – AM335x Sitara TRM**

PRU-ICSS programlama, eCAP/ePWM/eQEP register haritası, ADC karakterizasyonu ve GPIO multiplexing detayları için TI AM335x Technical Reference Manual: bkz. chapter 14.

---

## BÖLÜM 7

# Güç Yönetimi ve Dağıtımı

### 7.1 İkili PMIC Mimarisi — Genel Bakış

NAR-3358, paket içinde **iki güç yönetim yongası** bulundurulur:

- **Ana PMIC** — **TPS65217C** (Texas Instruments)
- **İkincil PMIC** — **TL5209DRG4** (Texas Instruments)

#### 7.1.1 Ana PMIC — TPS65217C

Texas Instruments TPS65217C, NAR-3358'in birincil güç yönetim yongasıdır. AM335x ailesi için fabrikada optimize edilmiş OTP yapılandırması ile teslim edilir.

- Tek hücre Li-Ion/LiPo lineer şarj kontrolcüsü (5 V AC adaptör veya USB VBUS girişinden)
- 3 × buck DC-DC dönüştürücü (DCDC1–3)
- 4 × doğrusal LDO (LDO1–4)
- I<sup>2</sup>C kayıt arayüzü (adres 0x24), OTP yapılandırma
- Power button (PB\_IN), Push-Pull / OTG kontrolü
- Koruyucu güvenlik: OVP, OCP, OTP, UVLO
- Power-path: USB/AC bağlıyken sistem AC/USB'den beslenir, batarya boşalmaz

#### 7.1.2 İkincil PMIC — TL5209DRG4

İkincil PMIC olarak görev yapan TL5209DRG4, paket içi 1 A LDO doğrusal regülatördür. Ana PMIC'in LDO3 kapasitesinin (200 mA) üzerinde yüksek-akım gerektiren 1,8 V analog ada beslemeleri için ayrılmıştır:

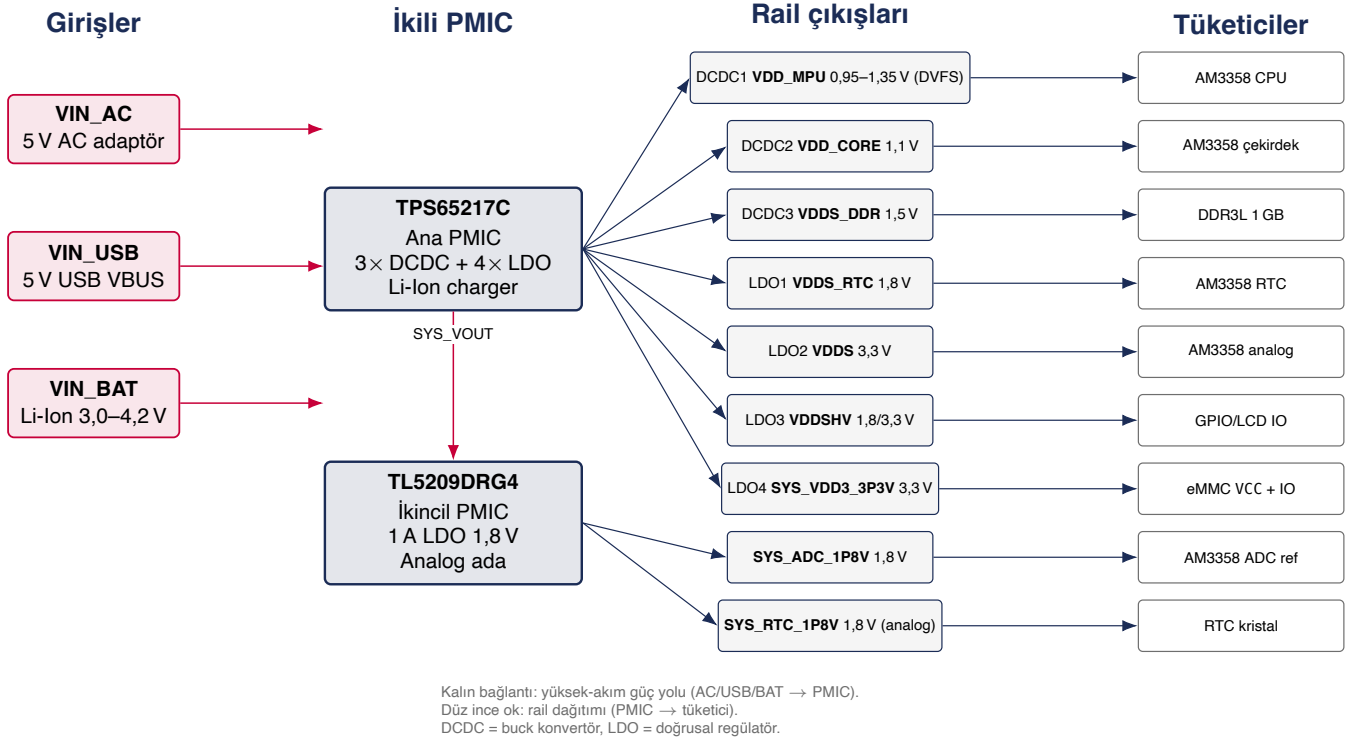
- SYS\_ADC\_1P8V — 8-kanal 12-bit ADC referans beslemesi (gürültü-duyarlı analog)
- SYS\_RTC\_1P8V — RTC alt sistemi referans beslemesi (her zaman açık, düşük gürültü)
- AM335x analog ada IO genel beslemesi

İkili PMIC mimarisi, gürültü ayrımı (digital DCDC rail'leri → ana PMIC; düşük-gürültü analog rail'ler → ikincil PMIC LDO) ve yüksek-akım toleransı için kullanılır.

### 7.2 Giriş Spesifikasyonları

### 7.3 Rail Spesifikasyonları

Table 7.2 TPS65217C'nin sunduğu tüm rail'lerin gerilim aralığı, akım kapasitesi ve SiP içinde fiili kullanımını gösterir.



**Şekil 7.1.** NAR-3358 güç ağacı diyagramı. Sol sütun: 3 güç girişi (VIN\_AC, VIN\_USB, VIN\_BAT). Orta: ikili PMIC (TPS65217C ana + TL5209DRG4 ikincil; SYS\_VOUT üzerinden zincirli). Sağ: 7 rail çıkışı + 2 analog rail. En sağ: SiP içindeki tüketiciler (AM3358 çekirdek, DDR3L, eMMC, IO).

### 7.3.1 Rail Performansı

## 7.4 Şarj Kontrolü

TPS65217C, tek hücre Li-Ion/LiPo bataryalar için ön-şarj, sabit-akım (CC), sabit-gerilim (CV) ve termal koruma sağlar.

## 7.5 Power-Path

TPS65217C yerleşik power-path mantığı sayesinde:

- VIN\_AC veya VIN\_USB bağlı ve  $\geq 3,9$  V ise sistem AC/USB'den beslenir, batarya boşalmaz. Şarj eş zamanlı ilerler.
- AC/USB yoksa sistem otomatik olarak bataryaya geçer (kesintisiz,  $< 10 \mu\text{s}$ ).
- AC ve USB ikisi de bağlıysa AC öncelik (yüksek akım kaynağı tercih edilir).

## 7.6 ADC Kanalları ve Sistem İzleme

TPS65217C, I<sup>2</sup>C üzerinden okunabilen sistem durum kayıtları sunar:

AM3358 ayrıca dahili 8-kanal 12-bit ADC içerir (chapter 6 Bölüm 6.X); batarya gerilim izleme, akım sense ve dış termistör okuma için kullanılabilir.

### Üst Kaynak Datasheet – TPS65217C

Tam rail spec, OTP yapılandırma, I<sup>2</sup>C kayıt haritası, sequencing diyagramı ve şarj algoritması için TI TPS65217C datasheet'i: bkz. chapter 14.

**Tablo 7.1.** TPS65217C giriş özellikleri.

Parametre	Koşul	Min	Tip	Maks
$V_{VIN\_AC}$	AC adaptör girişi	3,9	5,0	5,5
$V_{VIN\_USB}$	USB VBUS girişi	3,9	5,0	5,5
$V_{VIN\_BAT}$	Li-Ion hücre	2,5	3,7	4,5
$I_{VIN\_USB}$	USB akımı (programlanabilir)	—	500 mA	1,8 A
$V_{UVLO}$	Under-voltage lockout	—	2,5	—
$T_{op}$	Çalışma sıcaklığı	-40	—	+105 (°C, junction)

**Tablo 7.2.** TPS65217C rail haritalaması — NAR-3358 SiP içinde fiili kullanım.

Rail	Gerilim	Akım	Tip	Yük (SiP içi)
DCDC1	0,9 – 1,8 V → 1,1 V ~ DVFS	1,2 A	Buck	AM3358 VDD_MPU (CPU çekirdek; DVFS ile saat hızına göre 0,95 – 1,35 V arası ayarlanır)
DCDC2	0,9 – 3,3 V → 1,1 V	1,8 A	Buck	AM3358 VDD_CORE + VDDS_PLL (sistem çekirdek 1,1 V)
DCDC3	0,9 – 1,8 V → 1,5 V	1,8 A	Buck	DDR3L VDDS_DDR (1 GB DDR3L paket içi, 1,5 V standart veya 1,35 V LP modu yazılım tarafından seçilir)
LDO1	1,0 – 3,3 V → 1,8 V	100 mA	LDO	AM3358 VDDS_RTC + RTC kristal beslemesi (her zaman açık)
LDO2	0,9 – 3,3 V → 3,3 V	100 mA	LDO	AM3358 VDDS (genel analog) + LCD/USB analog
LDO3	1,5 – 3,3 V → 1,8 / 3,3 V	200 mA	LDO	AM3358 VDDSHV* (IO gerilim alanı, OTP tarafından seçilir)
LDO4	1,8 – 3,3 V → 3,3 V	400 mA	LDO	Sistem 3,3 V (eMMC VCC + IO çoğunluk)
<b>TL5209DRG4 — İkincil PMIC (paket içi 1 A LDO)</b>				
TL5209	2,5 – 6,0 V → 1,8 V	1,0 A	LDO	Analog ada beslemesi: SYS_ADC_1P8V (ADC referans), SYS_RTC_1P8V (RTC referans), AM335x VDDS analog. Düşük-gürültü düşük-akım LDO3 (ana PMIC, 200 mA) kapasitesinin üzerinde gerekli yükler için.

## 7.7 Güç-Açma Sıralaması

### 7.7.1 Güç-Açma Sırası

Sistem güç-açma sıralaması TPS65217C PMIC tarafından yönetilir; OTP yapılandırması her rail için sıralama önceliğini tanımlar. AM335x ailesi için onaylı sequencing yapısı fabrikada yazılmıştır. Tipik akış:

- Güç girişi tespiti:** TPS65217C, VIN\_AC, VIN\_USB veya VIN\_BAT varlığını algılar.
- Fault kontrolü:** OVP, OTP, OCP, UVLO koruyucu kontrolleri.
- Rail ramp:** LDO1 (1,8 V RTC) → AM3358 RTC alt sistemi aktif → DCDC3 (DDR3L 1,5 V) → EMIF stabil → DCDC2 (1,1 V VDD\_CORE) → DCDC1 (VDD\_MPU, başlangıçta 0,95 V) → LDO4 (3,3 V sistem) → LDO3 (1,8 V IO).
- PMIC\_PGOOD:** Tüm rail'ler stabil olduktan sonra TPS65217C PGOOD pinini HIGH'a yükseltir.
- nRESETIN\_OUT:** Paket içi SN74LVC1G07 open-drain buffer AM3358 PWRONRSTn pinini serbest bırakır (pull-up VDDSHV6'ya bağlı).
- AM3358 boot:** ROM bootloader → SYSBOOT pinlerini oku → MMC1 (paket içi eMMC) veya seçili boot kaynağından MLO yükle → u-boot → Linux / Android.

**Tablo 7.3.** DCDC rail performansı (TPS65217C tipik).

Parametre	Koşul	Nominal
Çıkış gerilim hassasiyeti	PWM modu	$\pm 2\%$
Anahtar frekansı	PWM modu	2,5 MHz
Çıkış dalgalanma (ripple)	PWM, tam yük	20 mV pp tipik
Verim (tipik)	DCDC, $V_{in} = 5\text{ V}$ , $V_{out} = 1,1\text{ V}$	$> 85\%$
Akım sınırlama	DCDC1/2/3, programlanabilir	1,2 / 1,8 / 1,8 A
Soft-start süresi	Varsayılan	256 $\mu\text{s}$

**Tablo 7.4.** Li-Ion şarj parametreleri (TPS65217C).

Parametre	Açıklama / Aralık	Varsayılan
Şarj akımı (CC)	100 mA – 1 A, I <sup>2</sup> C programlanabilir	500 mA
Şarj sonu gerilimi (CV)	4,10 / 4,15 / 4,20 V (3 seviye)	4,20 V
Pre-charge akımı (trickle)	$V_{BAT} < 3,0\text{ V}$	10% $I_{CC}$
Pre-charge eşiği	—	3,0 V
End-of-charge akımı	10% $I_{CC}$	—
Termal koruma	NTC (PMIC_TS pini), opsiyonel	opsiyonel
Termal kapama eşiği	$T_{die}$	+135 °C
Şarj timer	I <sup>2</sup> C programlanabilir	5 / 8 saat

## 7.7.2 Tipik Power-Up Zaman Bütçesi

Üretim numunelerinde nihai değerler ölçüm sonrası revizyonda güncellenecektir.

## 7.7.3 Reset Devresi

NAR-3358 paket içinde AM3358 reset hattının yönetimi için bir SN74LVC1G07 open-drain buffer entegre edilmiştir. Bu buffer'ın girişi paket içi TPS65217C'nin PG00D pinine, çıkışı ise T-SiP'in PWRONRSTN\_OD pinine (C17) bağlıdır. Pull-up direnci VDDSHV6 rail'ine 10 k $\Omega$  ile dahili olarak mevcuttur. Şekil 7.2 reset devresinin paket içindeki ve dışındaki bağlantılarını gösterir.

## 7.7.4 Manuel Sıfırlama

PMIC\_NRESET (T-SiP pin A19) PMIC sıfırlama girişidir; LOW seviyeye çekilmesi tüm sistem rail'lerini kapatır ve açma sıralamasını yeniden başlatır (cold reset).

PWRONRSTN\_OD (paket içi SN74LVC1G07 open-drain çıkış, T-SiP pin C17) warm-reset hattıdır; sadece AM3358'i sıfırlar, PMIC ve RTC alt sistemi çalışmaya devam eder.

## 7.7.5 Uyandırma Olayları

Deepsleep ve RTC-only modlardan uyandırma için kullanılan sinyaller:

- EXT\_WAKEUP: Harici dijital event girişi (T-SiP pin H17)
- PMIC\_PB\_IN: Power button (TPS65217C üzerinden, T-SiP pin A18)
- PMIC\_NWAKEUP: PMIC wake event çıkışı
- RTC alarm: AM3358 RTC alt sistemi içinden tetiklenen alarm

**Tablo 7.5.** TPS65217C izleme kayıtları.

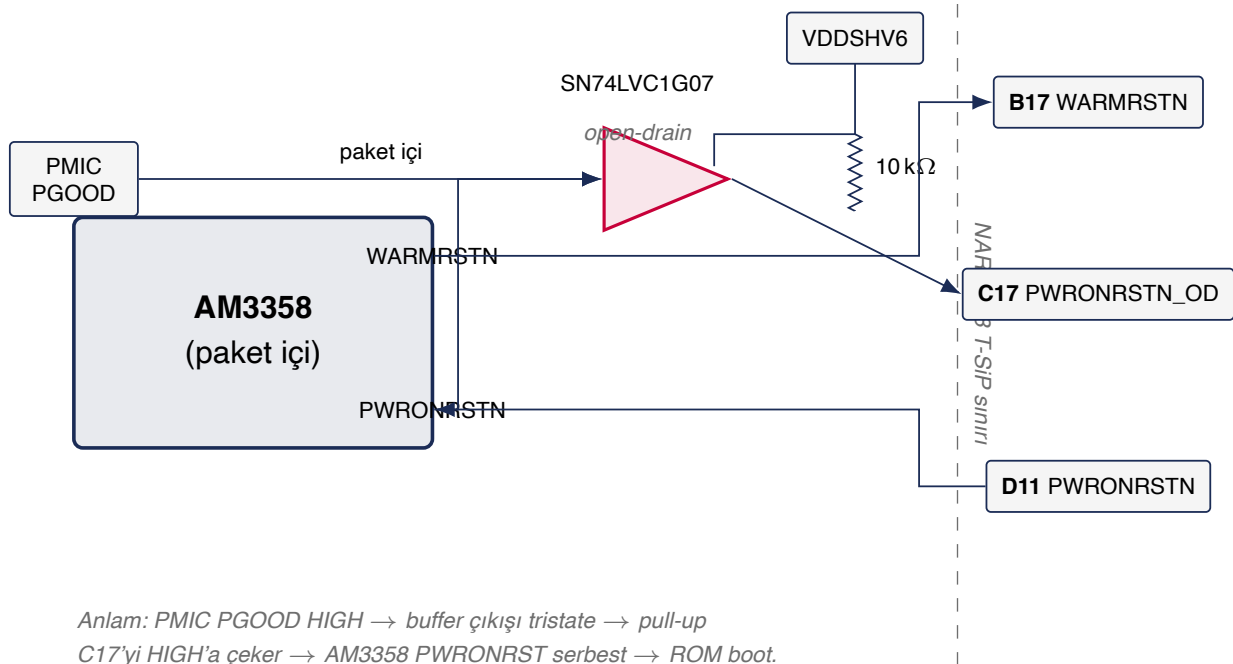
Kayıt	İçerik	Çözünürlük
STATUS	VIN, USB, BAT, charge state, charger active	bayrak
INT	PB_IN, AC, USB, BAT, fault interrupt source	bayrak
CHGCONFIG0-3	Şarj akımı, son gerilim, timer, retry sayısı	I <sup>2</sup> C
LDOSEL / DCDCSEL	Rail aktivasyon durumu, OTP override	I <sup>2</sup> C
PMIC_TS	Termistör girişi (analog) — batarya termal koruma için	analog

Olay	Tip	Maks
V <sub>IN</sub> rampası (0 → 4,5 V)	2 ms	5 ms
PMIC ön-yükleme + fault check	3 ms	8 ms
DCDC3 (DDR) ramp (→ 1,5 V)	0,5 ms	1 ms
DCDC2 (CORE) ramp (→ 1,1 V)	0,5 ms	1 ms
DCDC1 (MPU) ramp (→ 0,95 V)	0,5 ms	1 ms
LDO4 (3,3 V) + LDO3 (1,8 V) ramp	0,5 ms	1 ms
PGOOD deassert → nRESETIN_OUT serbest	5 ms	15 ms
AM3358 ROM boot (eMMC HS200 first MLO read)	120 ms	300 ms
<b>Toplam: kaynak temas → MLO yüklü</b>	<b>130 ms</b>	<b>330 ms</b>

**Üst Kaynak Datasheet – AM3358 Power Sequencing**

Detaylı power-up sequencing diyagramı ve PMIC kombinasyonları için TI *AM335x Sitara Processors — Boot Switching, Power Sequencing* application note'u (SPRABZ0): bkz. chapter 14.



**Şekil 7.2.** NAR-3358 reset devresi — AM3358 reset zinciri. Paket içi SN74LVC1G07 open-drain buffer, PMIC PGOOD sinyalini PWRONRSTN\_OD (C17) pinine köprüler; pull-up VDDSHV6 rail'ine 10 kΩ ile dahili. Anakart tarafında D11 (PWRONRSTN) ile C17 köprülenerek temel kullanım sağlanır veya harici reset supervisor (örn. TPS3839, MCP130) ile zincirlenebilir.

## BÖLÜM 8

# Boot ve Programlama

### 8.1 Boot Akışı

AM3358 güç açılışında veya sıfırlamada çok aşamalı bir boot süreci izler:

1. **ROM bootloader:** AM3358'in dahili mask ROM'unda bulunan birinci aşama bootloader. SYSBOOT strap pinlerini okur, boot kaynağı sırasını belirler.
2. **MLO (MMC Loader) / SPL (Secondary Program Loader):** Boot kaynağından okunan ilk küçük (genelde  $\leq 128$  KB) ikinci aşama bootloader. DDR3L EMIF'i başlatır, u-boot'u DDR'ye yükler.
3. **u-boot:** Linux kernel'i, device tree blob'u (DTB) ve initramfs'i yükler. Boot menüsü ve recovery konsolu sağlar.
4. **Linux kernel / Android:** Sistem önyüklemesi ve kullanıcı alanı.

### 8.2 SYSBOOT Pinleri ve Boot Sırası

AM3358'in boot modu, sıfırlama anında 16-bit SYSBOOT [15:0] pinlerinin seviyeleri ile belirlenir. NAR-3358 paket dışında bu pinlerin bir kısmı GPIO olarak da kullanılır (boot sonrası). Anakart tarafında SYSBOOT pull-up/pull-down dirençleri ile boot sırası ayarlanır.

**Tablo 8.1.** Önerilen SYSBOOT konfigürasyonları (yaygın senaryolar).

Senaryo	Boot sırası	SYSBOOT[4:0] (örnek)
Üretim varsayılan	eMMC (MMC1) → microSD (MMC0) → UART0 → USB0	0b11000
Geliştirici (SD ilk)	microSD (MMC0) → eMMC (MMC1) → UART0	0b11100
Recovery	USB0 device → UART0 (xmodem) → MMC	0b00100
Yalnız UART (factory)	UART0 (xmodem ile bootp veya kermit)	0b00001

#### Önemli SYSBOOT bitleri:

- SYSBOOT [4:0]: Boot device sıralaması (5 farklı boot kaynağı için 4-element queue)
- SYSBOOT [5]: Clock konfigürasyonu (24 MHz / 25 MHz)
- SYSBOOT [7:6]: PLL multiplier modu
- SYSBOOT [10:8]: MII (Ethernet) mod seçimi (MII / RMII / RGMII)
- SYSBOOT [15:11]: Çeşitli konfigürasyon bitleri

**NAR-3358 SYSBOOT paket eşleştirmesi:** AM3358'in SYSBOOT [15:0] pinleri LCD\_DATA [15:0] multifunction pinleriyle paylaşılır; reset deassert anında bunların seviye değerleri örneklenir. NAR-3358 paket dışına çıkan LCD\_DATA0–15 pinleri (Sıra A–R, sütun 9, 14–18; tam liste için section 3.5, “LCD Denetleyicisi” bölümü) aynı zamanda SYSBOOT girişidir. Anakart tasarımında bu pinler boot yapılandırma direnci ağı ile sabitlenir (örn. 10 k $\Omega$  pull-up veya pull-down). Tipik fabrika varsayılanı: SYSBOOT[4:0] = 0b00001 (MMC1 öncelikli, MMC0 fallback).

## 8.3 Boot Kaynakları

### 8.3.1 eMMC (MMC1) — Varsayılan Boot Kaynağı

NAR-3358 paket içi eMMC, varsayılan boot kaynağıdır. Üretim sırasında MLO + u-boot + kernel yüklenmiş olarak teslim edilebilir veya boş bırakılır (müşteri kendi imajını yükler).

#### eMMC partition düzeni (önerilen):

- `boot0` partition: MLO + u-boot (eMMC alt katman boot bölümü — BootArea1)
- `boot1` partition: Yedek MLO + u-boot (BootArea2)
- `user` partition: GPT → FAT32 boot bölümü (kernel, DTB, initramfs) + ext4 rootfs

### 8.3.2 microSD (MMC0)

Harici microSD kart, geliştirme ve recovery için en yaygın boot kaynağıdır. AM335x community Yocto imajları doğrudan kart üzerine yazılarak çalıştırılabilir.

#### microSD kart hazırlama:

- FAT32 ilk partition'a MLO (raw, partition 1 sector 0) + `u-boot.img`
- ext4 ikinci partition'a Linux rootfs

### 8.3.3 UART0 Boot

Tamamen "brick" durumda dahi UART0 üzerinden xmodem protokolü ile küçük bir image yüklenebilir. Üretim test ve recovery için kritik.

- Baud rate: 115200, 8N1
- Protokol: xmodem CRC-16
- Maks. image boyutu: 100 KB civarı (RAM tabanlı)

### 8.3.4 USB0 Device Boot

USB0 device modunda AM3358 RNDIS Ethernet veya CDC-ACM olarak görünür; BOOTP/TFTP üzerinden ağ tabanlı yükleme.

### 8.3.5 Ethernet Boot (BOOTP/TFTP)

Ethernet PHY anakart tarafında ise CPSW üzerinden BOOTP ile DHCP adresi alıp TFTP'den image yükleyebilir.

## 8.4 Programlama Akışı

### 8.4.1 Üretim Aşaması (eMMC Pre-Flash)

Üretim tarafında eMMC fabrikada pre-flash edilebilir (Corezzle test ATE bölümü). Bu, müşteri için "out-of-box" çalışan bir sistem sağlar.

### 8.4.2 Geliştirici Aşaması (microSD)

Geliştirici Yocto / TI SDK ile derlenmiş Linux imajını microSD kart üzerine yazar:

```
sudo dd if =core-image-base-am335x-evm.wic of =/dev/mmcblk0 bs =4M
```

NAR-3358'in SYSBOOT pinleri microSD önceliklendirilmişse, sistem karttan başlar.

### 8.4.3 Saha Güncelleme (OTA)

Linux SWUpdate, RAUC veya Mender gibi araçlarla yapılır. Bu yazılım yığını işletim sistemi katmanındadır; AM3358 dahili boot özellikleri ile entegre çalışır.

## 8.5 eFuse / OTP

AM3358, sınırlı sayıda one-time-programmable (OTP) eFuse içerir:

- **Cihaz Tipi:** Genel Amaçlı (GP) veya Yüksek Güvenli (HS)
- **HS sınıfı:** Secure boot (TI imzalı bootloader zorunlu), crypto accelerator etkin, JTAG kilit
- **GP sınıfı:** Açık, sertleştirme yapılmadan kullanım; Yocto / Android için tipik
- **MAC adresi:** 2 adet 48-bit MAC adresi (CPSW portları için)
- **Kalibrasyon:** ADC, EMIF DLL kalibrasyon değerleri

**NAR-3358 cihaz tipi seçimi:** Üretim hattında *Genel Amaçlı (GP)* olarak varsayılan yazılır; bu, Yocto/Android/Debian çalıştırma için doğrudan kullanım sağlar. *Yüksek Güvenli (HS)* sürümü sipariş sırasında belirtilmelidir ve sertifika imzalı bootloader gerektirir (TI imzalama akışı ile uyumlu).

## 8.6 TI Linux SDK ve AM335x Açık Kaynak Ekosistemi

NAR-3358, TI Sitara AM335x referans tasarımıyla pin uyumludur. TI **Processor SDK Linux for AM335x** doğrudan çalıştırılabilir; Yocto BSP (`meta-ti`) NAR-3358 için machine tanımı eklendiğinde mainline kernel ile derlenir.

- Yocto: meta-ti + meta-arago (TI katmanı)
- Android: TI AM335x Processor SDK Android
- Debian community images (AM335x topluluğu)
- Mainline Linux: 5.10 LTS, 6.x serisi

### Üst Kaynak Datasheet — AM335x Boot Configuration

SYSBOOT pin haritası, boot kaynak sıralama algoritması ve ROM bootloader davranışı için TI AM335x Technical Reference Manual Bölüm 26 (Initialization) ve TI *AM335x Sitara Processors — Boot Switching* application note'una bakın: bkz. [chapter 14](#).

## BÖLÜM 9

# Mekanik Bilgileri

### 9.1 Paket Genel Açıklaması

NAR-3358, **T-SiP** (Tall System-in-Package) paket içindedir. T-SiP, paket içine entegre edilen dikey istif (DDR3L SDRAM + eMMC + AM3358 + ikili PMIC) nedeniyle standart BGA'lardan daha kalın bir paket sınıfıdır. Pad'ler paketin alt yüzünde, düzenli BGA grid düzende dağıtılmıştır.

- Paket tipi: T-SiP, Ball Grid Array (BGA)
- Pad sayısı: **400** ( $20 \times 20$  grid)
- Ball pitch: **1,27 mm** (standart BGA)
- Pad düzeni: Tam dolu grid (no-depopulation)
- Montaj: SMT pick-and-place (BGA, X-ray AOI ile)
- Pin A1 işareti: paket üst yüzünde silkscreen daire

### 9.2 Paket Boyutları (Kanonik)

Aşağıdaki tablo paketin nominal mekanik boyutlarını gösterir. Değerler OpenSCAD ground truth modeline (NAR-3358.scad) dayanır; üretim toleransları  $\pm 0,1$  mm gövde +  $\pm 0,05$  mm ball seviyesindedir.

**Tablo 9.1.** Paket nominal boyutları (kanonik — OpenSCAD modeli).

Sembol	Boyut	Açıklama	Min	Nominal	Maks
$L$	Uzun kenar	Paket dış uzunluğu (X)	29,90	30,00	30,10
$W$	Kısa kenar	Paket dış genişliği (Y)	29,90	30,00	30,10
$H_{\text{body}}$	Gövde yüksekliği	Üst plastik (molding) kalınlığı	1,15	1,20	1,25
$H_{\text{sub}}$	Substrat kalınlığı	Alt taban katmanı (interposer)	0,95	1,00	1,05
$H_{\text{pkg}}$	Toplam yükseklik (ball hariç)	$H_{\text{body}} + H_{\text{sub}}$	2,10	2,20	2,30
$H_{\text{ball}}$	Lehim topu yüksekliği	Standoff (PCB üstüne)	0,35	0,40	0,45
$H_{\text{total}}$	Toplam yükseklik (ball dahil)	Profile toplam	2,45	2,60	2,75
$p$	Ball pitch	X ve Y ekseninde uniform	1,26	1,27	1,28
$d_{\text{ball}}$	Ball çapı	Lehim topu nominal çapı	0,55	0,60	0,65
$d_{A1}$	Pin A1 işareti	Silkscreen daire (üst köşe)	—	0,80	—

Tüm değerler milimetre (mm) cinsindedir.

#### Türetilmiş boyutlar:

- Ball matrisi dış sınırı:  $19 \times 1,27 = 24,13$  mm  $\times$   $24,13$  mm
- Gövde kenarı — matris dış sınırı arası:  $(30 - 24,13)/2 = 2,935$  mm her kenarda
- Toplam ball sayısı: 400 (matris dolu, A1-T20 isimlendirme)

## 9.3 Pad / Ball Geometrisi

Tüm ball'lar uniform geometriye sahiptir. Pad düzleminde bakıldığında sıra (row) etiketleri A–Y harf serisi (sayfanın üstünden alta) kolon (col) etiketleri 1–20 numara serisi (soldan sağa) ile yazılır.

- Ball çapı: **0,60 mm** nominal
- Ball yüksekliği (lehim profili): **0,40 mm** nominal
- Ball sayısı: 400 (20 sıra × 20 kolon)
- Ball pitch: 1,27 mm uniform
- Pad finish (paket altı): ENIG (Electroless Nickel Immersion Gold)
- Pin A1: paket üst yüzü, sol-üst köşede  $\varnothing 0,8$  mm silkscreen daire

## 9.4 Mekanik Çizim

Figure 9.1 paketin 3D izometrik görünüşünü gösterir (OpenSCAD modeli + Blender render). Figure 9.2 2D top + side görünüş ile dimension etiketlerini içerir. Pin A1 sol-üst köşede kırmızı işaretçi ile belirtilmiştir.

## 9.5 Üst Yüz İşaretleme

NAR-3358 paketinin üst yüzünde lazer kazıma ile aşağıdaki işaretler yer alır:

**Tablo 9.2.** Üst yüz işaretleme bilgileri.

Alan	İçerik (örnek)	Konum
Logo	Corezzle Electronics yatay logo	Üst-sol
Parça numarası	NAR-3358-1G-TCE	Üst-orta
Uyumluluk işareti	RoHS + CE + FCC Part 15B	Orta
Lot kodu	CZ-NARXXXX-XXYY-A-01	Alt-orta
Pin A1 işareti	$\varnothing 0,8$ mm silkscreen daire	Sol-üst köşe

**Sertifikasyon notu:** NAR-3358 kablosuz radyo içermez; yalnız kablolu arayüzler (Ethernet, USB) sunar. Bu nedenle FCC ID, IC ID, CMIIT ID gibi *intentional radiator* sertifika numaraları *geçerli değildir*. Ürün uyumluluk çerçevesi: RoHS 3, CE-EMC (EN 55032 Class B, EN 55035) ve FCC Part 15B (*unintentional radiator*) sınırında gerçekleşir.

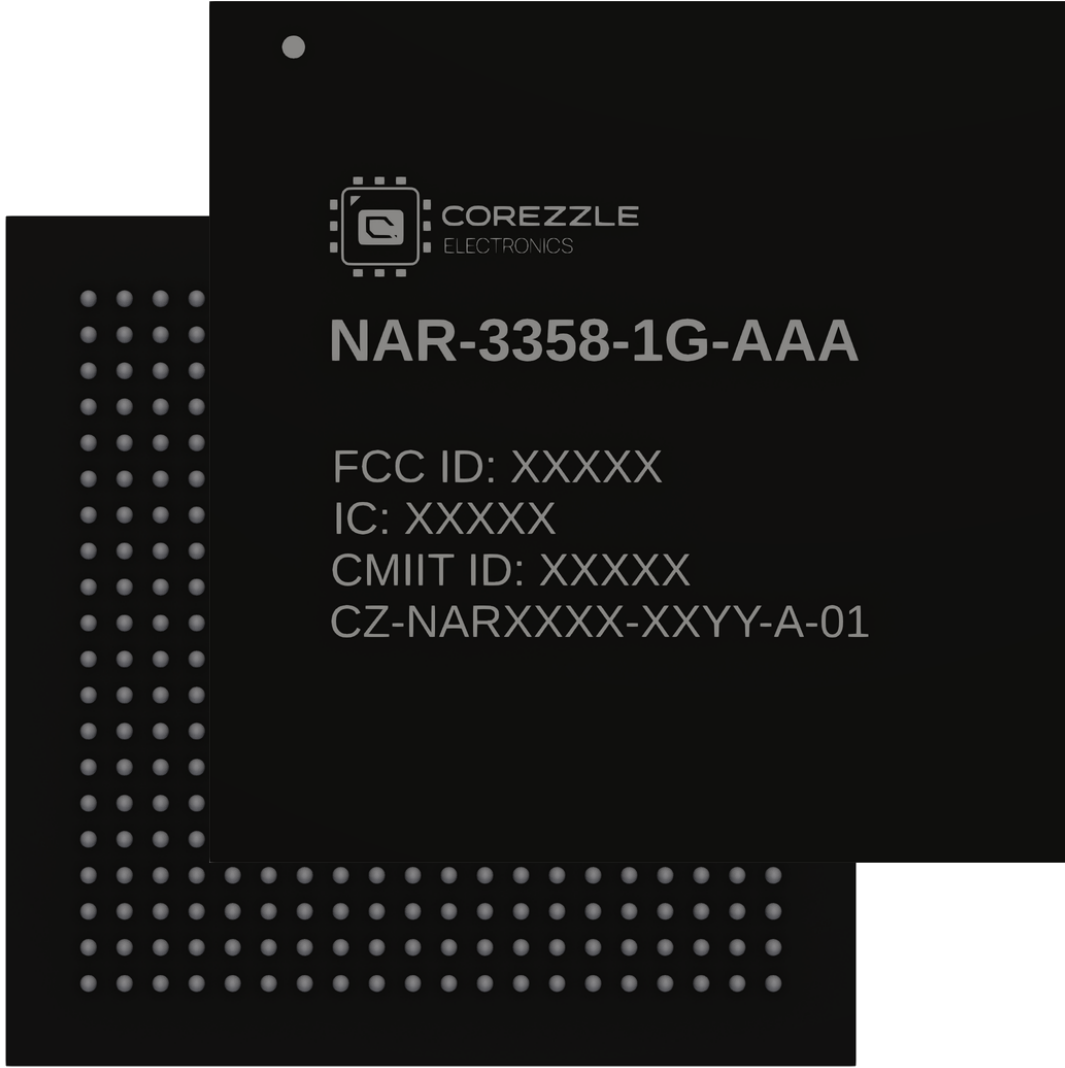
## 9.6 Önerilen Land Pattern (IPC-7351B)

NAR-3358 BGA için IPC-7351B BGA land pattern önerileri geçerlidir.

**Trace fanout önerisi:** BGA pad'lerinden ilk trace katmanına via fanout yapılır (genelde dog-bone trace + 0,20 mm via). NAR-3358 paket içinde DDR3L ve eMMC routing fabrikada yapıldığı için anakart tarafında **6–8 katmanlı** PCB yeterlidir; yüksek katman sayılı anakarta gerek yoktur.

### Önerilen Land Pattern (IPC-7351B Class II / Nominal)

**Fanout stratejisi:** Dış 4–5 ball sırası dog-bone + 0,20 mm mikrovia ile üst trace katmanına çekilir. İç ball'lar (GPMC, LCD, MII gibi yüksek-hız bus'ları) kademeli via-in-pad veya microvia-stack ile rotalanabilir. Tam land pattern footprint dosyası (KiCad `.kicad_mod`, Altium ASCII) sürüm dağıtımında ayrı paket olarak sağlanır.



**Şekil 9.1.** NAR-3358 paket 3D görünüş — sağ-üst: ön yüz (silkscreen markalama: parça numarası, uyumluluk işareti, lot kodu), sol-alt: arka yüz (400 ball BGA grid 20×20).

## 9.7 Tape & Reel Bilgisi

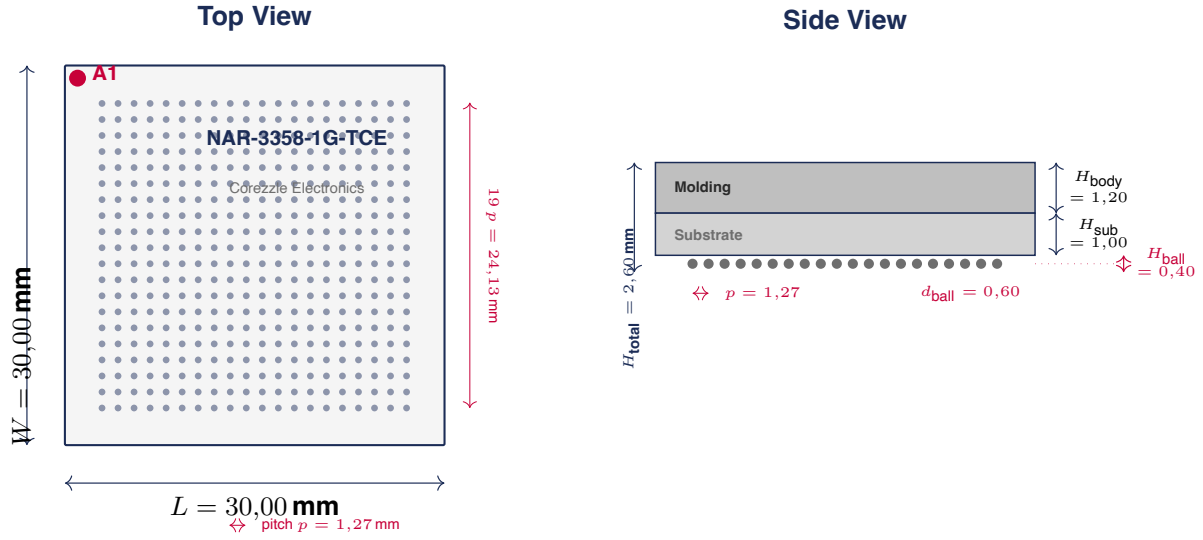
NAR-3358 **tape & reel** (T&R) ve **tray** formatında temin edilir.

## 9.8 Reflow Profili

NAR-3358 için önerilen reflow profili **IPC/JEDEC J-STD-020E** (Tablo 4-2) parametre aralıklarına dayanır. Paket aşağıdaki sınıfa girer:

- **Paket hacmi:**  $30 \times 30 \times 2,2 = 1980 \text{ mm}^3 \Rightarrow$  J-STD-020E “Large body” sınıfı ( $V > 350 \text{ mm}^3$ , kalınlık  $> 1,6 \text{ mm}$ )
- **Bu sınıf için  $T_{\text{peak}}$  tavanı:**  $260 \text{ }^\circ\text{C}$  (Tablo 4-2)
- **Lehim alaşımı varsayımı:** SAC305 (Sn96.5/Ag3.0/Cu0.5), likidus  $T_L = 217 \text{ }^\circ\text{C}$
- **MSL sınıfı:** MSL3 (paket içi yongaların en kısıtlı sınıfı; çoklu-reflow toleransı 3 geçiş)

Figure 9.3 tipik öneri sıcaklık-zaman eğrisini gösterir.



### NAR-3358 T-SiP — BGA 20×20 = 400 ball, 1,27 mm pitch

Kaynak: OpenSCAD paket tasarımı (ground truth)

**Şekil 9.2.** 2D mekanik çizim: top view ile dış boyutlar ( $L = W = 30,0$  mm), ball matrisi 20×20 (pitch 1,27 mm) ve Pin A1 işareti; side view ile gövde yüksekliği ( $H_{body}$ ), substrat kalınlığı ( $H_{sub}$ ) ve ball standoff'u ( $H_{ball}$ ). Tüm boyutlar milimetre.

**Tablo 9.3.** Önerilen land pattern parametreleri.

Parametre	Açıklama	Önerilen
Land çapı	SMD (Solder Mask Defined) tavsiye edilir	0,48 – 0,50 mm
NSMD land çapı (alternatif)	Non-SMD (daha az lehim hacmi)	0,55 – 0,60 mm
Land pitch	Ball pitch ile birebir eşleşir	1,27 mm
Solder paste kapsama	Tipik 80% land alanı	0,40 mm $\varnothing$
Stencil kalınlığı	—	0,127 mm (5 mil)
Pad finish	ENIG önerilir (BGA için en güvenli)	ENIG
Pin A1 işareti (PCB)	Silkscreen daire, paket dışında 0,5 mm	0,5 mm $\varnothing$

## 9.8.1 Paket İçi Yonga Reflow Toleransları

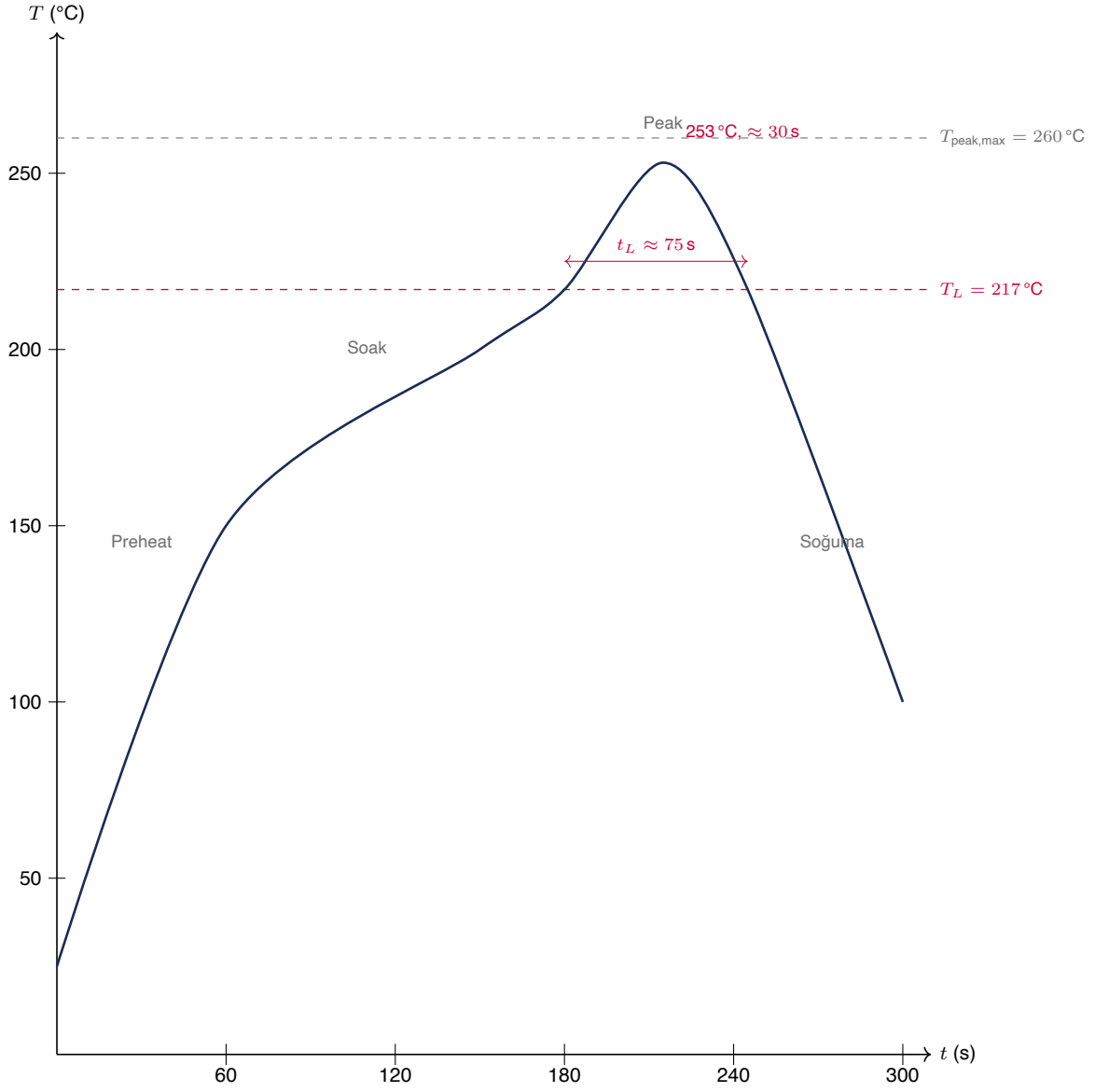
NAR-3358 SiP'inin reflow toleransı, paket içindeki en kısıtlı toleransa sahip yonga tarafından belirlenir.

## 9.8.2 Lehim Akı (Flux) Seçimi

- ROL0 / ROL1 (rosin-based, no-clean): önerilen
- REL0 (resin-based): kabul edilir
- ORL0 / ORM1 (organic, no-clean): yüksek nemli ortamlarda kullanılmamalıdır

## 9.9 Nem Hassasiyet ve Saklama (MSL)

NAR-3358, J-STD-020E **MSL3** sınıfındadır. Cihaz, neme duyarlı yarı-iletken yongalar içerdiğinden üretim hattında uygun saklama ve işleme prosedürlerine uyulması zorunludur.



**Şekil 9.3.** Önerilen kurşunsuz reflow profili — J-STD-020E Tablo 4-2 “Large body” sınıfı, SAC305 ( $T_L = 217^{\circ}\text{C}$ ).

**Tablo 9.4.** NAR-3358 anakart land pattern (IPC-7351B Class II “Nominal” yoğunluğu ile uyumlu).

Parametre	Açıklama	Değer
Land şekli	Solder mask defined (SMD), dairesel	—
Land çapı (NSMD)	Non-solder-mask defined alternatifi	0,50 mm Ø
Solder mask açıklığı (SMD)	Maske açıklığı (önerilen)	0,55 mm Ø
Land merkezleri arası	Ball pitch ile aynı	1,27 mm
Pad konum toleransı	IPC-7351 Class II	±0,05 mm
Min trace genişliği (fanout)	Dog-bone'dan via'ya	0,10 mm
Min via deliği (fanout)	Mekanik delme	0,20 mm
Min via pad çapı	Annular ring $\geq 0,075$ mm	0,45 mm
Courtyard offset	Paketin dış sınırından ek pay	0,25 mm

**Tablo 9.5.** Tape & reel paketleme parametreleri (planlı).

Parametre	Açıklama	Değer
Carrier tape genişliği ( $W$ )	EIA-481 uyumlu (32 mm sınıfı)	32 mm
Pocket A0 ( $X$ )	$L$ + tolerans	30,40 mm
Pocket B0 ( $Y$ )	$W$ + tolerans	30,40 mm
Pocket K0 (derinlik)	$H_{total}$ + tolerans	2,85 mm
Pocket pitch ( $P_1$ )	Pocket merkezleri arası	32,00 mm
Reel çapı	13" (330 mm) standart	13"
Reel başına parça sayısı	13" standart reel (32 mm tape, 32 mm pitch)	500

## Raf Ömrü (Shelf Life)

NAR-3358 birimleri, içinde *kuru-pakaj* (Dry Pack) olarak, nem-bariyer ambalaj (Moisture Barrier Bag, MBB), nem emici (desiccant bag) ve Nem Göstergesi Kartı (Humidity Indicator Card, HIC) ile birlikte vakum-mühürlü teslim edilir. Açılmamış orijinal ambalaj içinde raf ömrü: **12 ay** (mühür tarihinden itibaren,  $\leq 30^\circ\text{C}$  /  $\leq 90\%$  RH koşullarında).

## Floor Life (Açıldıktan Sonraki Süre)

Vakum-mühürlü Dry Pack açıldıktan sonra, NAR-3358 birimleri ortamdaki neme maruz kalır. Reflow lehimleme aşağıdaki süre içinde tamamlanmalıdır:

## Fırınlama (Baking)

Aşağıdaki durumlardan herhangi biri olursa, NAR-3358 reflow öncesi **fırınlanmalıdır**:

- Floor life (168 saat @  $30^\circ\text{C}$  / 60 % RH) aşıldıysa,
- Dry pack mühürü açık olarak teslim alındıysa veya delinmişse,
- HIC göstergesi  $> 10\%$  mavi gösteriyorsa ( $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$  okunma sıcaklığında),
- Açılmış ambalaj raf ömrü 12 ayı aştıysa.

**Önerilen fırınlama prosedürü** (J-STD-033 “high-temperature bake”):

- Sıcaklık:  **$125^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$**

**Tablo 9.6.** Önerilen reflow profili — J-STD-020E Tablo 4-2 “Large body” sınıfı.

Zon	Açıklama	Hedef
Preheat ramp	Oda → 150 °C, ≤ 3 °C/s	60 – 90 s
Soak (preheat zone)	150 – 200 °C	60 – 120 s
Reflow ramp (likidus üstü)	200 °C → tepe, ≤ 3 °C/s	60 – 90 s
Tepe sıcaklık ( $T_{peak}$ )	MSL3 limitler	245 – 260 °C
Tepe süresi	$T_{peak} - 5$ °C üstünde	10 – 30 s
Likidus üstü süre ( $t_L$ )	$T_L = 217$ °C	60 – 90 s
Soğuma	Tepe → 100 °C, ≤ 6 °C/s	—

**Tablo 9.7.** Paket içi yongaların reflow toleransları (üretici datasheet'lerine göre tipik).

Yonga	Üretici	MSL	$T_{peak,max}$
AM3358BZCZ100	Texas Instruments	MSL3	260 °C
DDR3L SDRAM (1 GB)	(üretici sürümüne göre)	MSL3	260 °C
eMMC (4 GB)	(üretici sürümüne göre)	MSL3	260 °C
TPS65217C	Texas Instruments	MSL3	260 °C
TL5209DRG4	Texas Instruments	MSL3	260 °C
24LC32AT-I/OT	Microchip	MSL1	260 °C
SN74LVC1G07DRYR	Texas Instruments	MSL1	260 °C
<b>SiP toleransı</b>	<b>(zincirin en zayıf halkası)</b>	<b>MSL3</b>	<b>260 °C</b>

- Süre: **24 saat** (paket içinde toplam yonga hacmi > 350 mm<sup>3</sup> “large body” sınıfı için tipik)
- Ortam: nem < 5 % RH (kuru fırın veya kuru-nitrojen atmosfer)
- Soğuma: oda sıcaklığına aşamalı, ≤ 4 °C/dakika

Fırınlama sonrası birimler 168 saat içinde reflow edilmeli veya yeniden mühürlü kuru-pakaja konulmalıdır. Tekrarlı fırınlama döngüsü toplam 2 geçişle sınırlıdır; aşıldığında parçaların reflow güvenilirliği etkilenebilir.

**Reflow toleransı:** J-STD-020E'ye göre maksimum 3 reflow geçişi desteklenir. NAR-3358 üretim tarafından ATE sonrası 1 reflow geçişi yapılmış kabul edilir; müşteri tarafında ek 2 reflow geçişi mümkündür.

## 9.10 ESD Bakımı

NAR-3358 hassas yarı-iletken bir cihazdır. Bakım sırasında ESD önlemleri alınmalıdır:

- Topraklı çalışma istasyonu, ESD bilek bandı
- İletken zemin altlığı veya statik-emici masa
- Açık cihaz ≥ 5 saniye süreyle ESD-emniyetli ortamda muhafaza edilmemelidir
- ESD-emniyetli ambalajlama (poşet, tray, T&R) dışında açık atmosfere maruz bırakılmamalıdır

<b>Koşul</b>	<b>Tanım</b>	<b>Maks. floor life</b>
Standart	$\leq 30\text{ °C}$ , $\leq 60\%$ RH ortam (J-STD-033)	168 saat (7 gün)
Düşük nem (kontrollü kuru)	$\leq 30\text{ °C}$ , $\leq 10\%$ RH (kuru kabin)	sınırsız (etkin)
HIC göstergesi $> 10\%$ @ $23\text{ °C}$	Nem emici doymuş, dry pack açık veya delinmiş	fırlama gerekli

## BÖLÜM 10

# Uygulama Bilgisi

### 10.1 Referans Devre

Figure 10.1 NAR-3358'in tipik anakart bağlantısını gösterir. SiP içinde AM3358 + DDR3L + eMMC + PMIC + EEPROM + reset buffer bulunduğundan, anakart tarafında yalnızca aşağıdaki bloklar gereklidir:

- **Güç girişi:** 5 V AC adaptör konektörü (jack) + opsiyonel USB-C VBUS giriş + opsiyonel Li-Ion batarya konektörü
- **Ethernet PHY + magjack:** 1 × veya 2 × port (CPSW MII1 portu kullanılır)
- **USB konektörler:** USB-C (USB0 OTG) + USB-A host (USB1)
- **microSD slot:** MMC0 portu için (boot ve depolama)
- **LCD bağlantısı:** TFT veya HDMI bridge (opsiyonel)
- **Boot mode butonu + reset butonu:** SYSBOOT konfigürasyonu için
- **UART konektörü:** 6-pin header (3,3 V FTDI uyumlu debug konsol için)
- **JTAG konektörü:** TI cTI 20-pin standart (üretim ve debug)

*[Referans uygulama şematiği — TI AM335x referans tasarımı tabanlı minimum anakart, sonraki revizyonda eklenecektir]*

#### Şekil 10.1. Tipik uygulama — minimum harici devre.

Tipik minimum anakart şu blokları içerir: (a) güç girişi (USB-C VBUS veya 5 V jack) + bulk decoupling; (b) Ethernet PHY + magjack (MII modu); (c) USB konektörü (USB0 OTG için USB-C, USB1 host için USB-A); (d) microSD slot (MMC0); (e) UART debug header (3,3 V FTDI uyumlu); (f) JTAG cTI 20-pin; (g) opsiyonel TFT LCD + touch konektörü; (h) reset + boot mode butonları; (i) status LED'leri (power, charge, user).

## 10.2 En Az Bağlantı Gereksinimleri

NAR-3358'in fonksiyonel çalışması için aşağıdaki dört bağlantı kategorisi **zorunludur**: (1) eMMC güç bağlantıları, (2) IO voltaj alanı (VDDSHV) bağlantıları, (3) İşlemci-PMIC arayüz bağlantıları, (4) RTC güç bağlantıları.

### Minimum eMMC Güç Bağlantıları

Paket içi eMMC'yi etkinleştirmek için iki güç pini bağlanmalıdır:

Pin	İşlev	Bağlantı
EMMC_VCC (F8, F9, G8, G9)	eMMC çekirdek besleme (3,3 V)	SYS_VDD1_3P3V'ye
EMMC_VCCQ (H7, H8, J7, J8)	eMMC I/O besleme (3,3 V)	SYS_VDD1_3P3V'ye

Bu bağlantılar yapılmazsa paket içi eMMC bootlanamaz ve MMC1 denetleyicisi başlatılamaz.

### Minimum VDDSHV (IO Gerilim Alanı) Bağlantıları

AM3358'in IO pinleri 6 ayrı gerilim alanına ayrılmıştır (VDDSHV1–6); her alan ya 1,8 V ya 3,3 V'ye bağlanmalıdır. Aşağıdaki tablo her alan için fiziksel ball ve önerilen bağlantı pini'ni gösterir:

Alan	Ball	3,3 V için bağla	1,8 V için bağla	Not
VDDSHV1	M11	L11 (SYS_VDD3_3P3V)	—	eMMC için 3,3 V zorunlu
VDDSHV2	M10	L10 (SYS_VDD3_3P3V)	N10 (SYS_VDD_1P8V)	
VDDSHV3	M9	L9 (SYS_VDD3_3P3V)	N9 (SYS_VDD_1P8V)	
VDDSHV4	M7	L7 (SYS_VDD3_3P3V)	N7 (SYS_VDD_1P8V)	
VDDSHV5	M8	L8 (SYS_VDD3_3P3V)	N8 (SYS_VDD_1P8V)	
VDDSHV6	M12	L12 (SYS_VDD3_3P3V)	N12 (SYS_VDD_1P8V)	PMIC kontrol pull-up'ları bu alanda

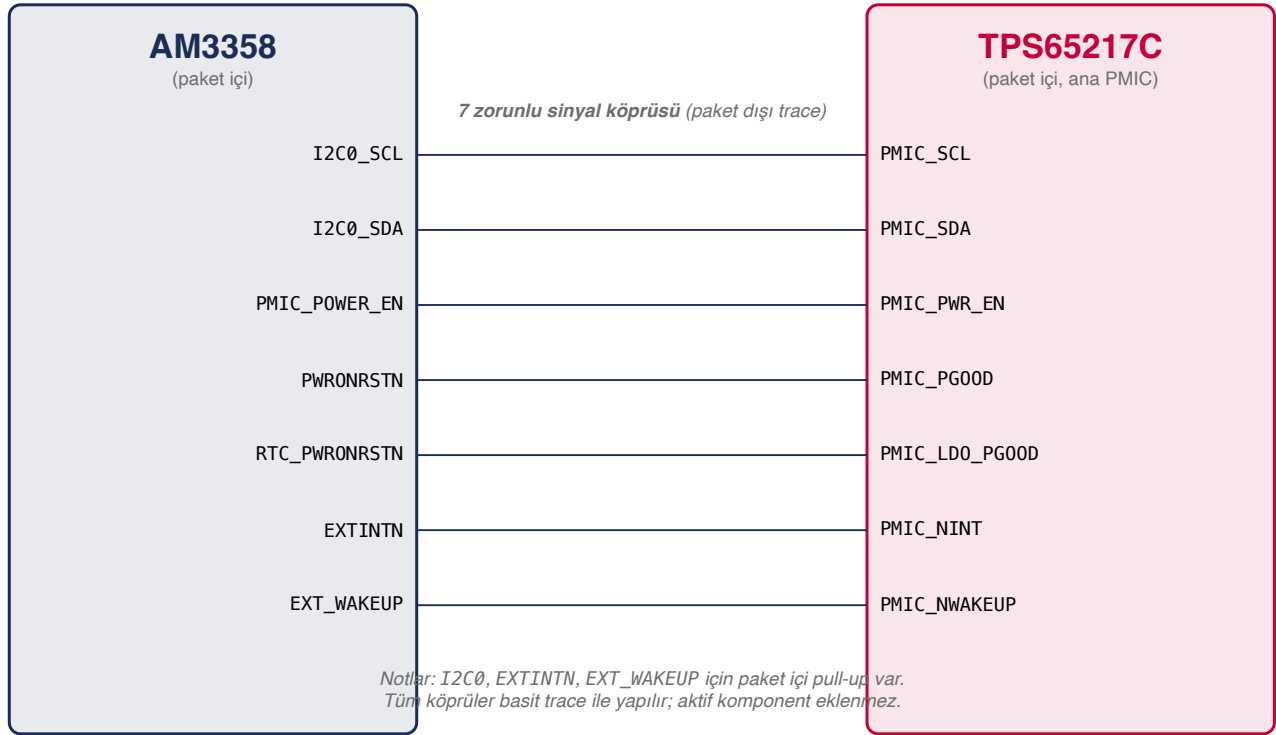
**Önemli:** Her VDDSHV pini paket dışına çıkar ve anakart tarafında doğrudan ilgili rail çıkışına *kısa devre* olarak bağlanmalıdır (ek regülatör gerekmez; rail zaten PMIC'den geliyor). Bir alan bağlanmazsa o alan içindeki tüm GPIO/fonksiyon pinleri yüksek empedansta kalır.

### Minimum İşlemci-PMIC Arayüz Bağlantıları

AM3358 ile paket içi TPS65217C arasındaki kritik sinyallerin paket dışında köprülenmesi gerekir. Şekil 10.2 bu 7 zorunlu köprüyü görsel olarak gösterir; aşağıdaki tabloda her sinyalin işlevi listelenmiştir.

AM3358 tarafı	PMIC tarafı	İşlev / Not
I2C0_SCL	PMIC_SCL	I <sup>2</sup> C0 saat hattı (paket içi pull-up var)
I2C0_SDA	PMIC_SDA	I <sup>2</sup> C0 veri hattı (paket içi pull-up var)
PMIC_POWER_EN	PMIC_PWR_EN	Sistem güç enable köprüsü
PWRONRSTN	PMIC_PGOOD	PGOOD → AM3358 reset release (SN74LVC1G07 buffer üzerinden)
RTC_PWRONRSTN	—	RTC reset (her zaman aktif rail)
EXTINTN	PMIC_NINT	PMIC interrupt (paket içi pull-up var)
EXT_WAKEUP	PMIC_NWAKEUP	Wake-up event sinyali (paket içi pull-up var)

Bu sinyaller paket dışında `trace` ile köprülenebilir (ek dirence gerek yok; tüm pull-up'lar paket içinde mevcut).



**Şekil 10.2.** AM3358 ile paket içi TPS65217C arasındaki minimum sinyal köprüleri. Tüm köprüler paket dışında basit trace ile yapılır; I<sup>2</sup>C0 ve interrupt sinyalleri paket içi pull-up dirençlerine sahiptir.

## Minimum RTC Güç Bağlantıları

RTC alt sisteminin çalışması için aşağıdaki güç ve sinyal bağlantıları gereklidir:

Pin	İşlev	Bağlantı
CAP_VDD_RTC (V13)	RTC çekirdek decoupling	1 µF X7R + GND
RTC_KALDO_ENN (U15)	RTC LDO enable	10 kΩ pull-down GND'ye (etkin)
VDDS_RTC (M13, U14)	RTC rail (M13 + U14 paralel)	SYS_RTC_1P8V'ye
VDDS (M14)	1,8 V IO domain (RTC için)	SYS_VDD_1P8V'ye

Bu bağlantılar yapılmazsa RTC saymaz, RTC alarmları çalışmaz ve deepsleep modlarından otomatik uyanma desteklenmez.

**Sonuç:** Yukarıdaki dört kategori dışında diğer tüm bağlantılar (Ethernet PHY, USB konektörleri, microSD slot, vb.) *opsiyoneldir* ve uygulama gereksinimlerine göre eklenir. Minimum konfigürasyonda yalnızca güç girişi (VIN\_AC veya VIN\_USB) ve UART debug konsol (UART0) ile sistem başlatılabilir ve test edilebilir.

## 10.3 Güç Beslemesi – Harici BoM

**Not:** SiP içindeki tüm yongalar için decoupling kondansatörleri *paket içine entegre edilmiştir*; harici decoupling *şart değildir* ancak transient performansı iyileştirir, EMI radyasyonunu düşürür.

## 10.4 Ethernet PHY Tasarımı

NAR-3358 paketinin Ethernet PHY içermez; anakart tarafında ayrı PHY yongası kullanılır. Önerilen yongalar:

**Tablo 10.1.** Önerilen harici güç bileşenleri.

Bileşen	Açıklama	Tipik Değer
$C_{VIN}$	Güç girişine bulk cap	22 $\mu$ F + 100 nF X7R
$C_{SYS\_VOUT}$	PMIC çıkışına bulk cap	22 $\mu$ F + 100 nF X7R
$C_{VDD\_*}$	AM3358 rail pinleri için	1 $\mu$ F + 100 nF X7R (her pin yakını)
$R_{NTC}$	Termistör (PMIC_TS pinine)	10 k $\Omega$ , $\beta=3950$
ESD/EMI filtre	USB/Ethernet konnektörlerinde	TVS + common-mode choke

- **TI DP83822I** (industrial sıcaklık aralığı, MII/RMII)
- **Microchip LAN8710A** (AM335x referans uyumlu)
- **Realtek RTL8211F** (RGMII modunda, daha düşük maliyet)

#### PHY-MAC zamanlama önemli noktalar:

- MII modunda 25 MHz TX\_CLK senkronizasyon
- RMII modunda 50 MHz REF\_CLK (PHY veya oscillator)
- RGMII modunda 125 MHz clock + 2 ns skew kalibrasyon
- MDIO pull-up direnci 1,5 k $\Omega$

**Magjack:** RJ45 + transformer entegre konektör (Bothhand, Pulse, Halo Electronics). Auto-MDIX desteği PHY tarafında.

## 10.5 USB Tasarımı

### 10.5.1 USB0 (OTG)

- USB-C veya micro-USB konektör
- D+/D– diferansiyel trace, 90  $\Omega$ ,  $\pm 0,5$  mm uzunluk eşleştirme
- TVS koruma: USBLC6-2SC6 veya TPD2EUSB30
- VBUS switch: USB0\_DRVVBUS pin'inden TPS2553 veya benzeri ile 5 V çıkış kontrolü (host modu için)
- CC pull-down: 5,1 k $\Omega$  (USB-C cihaz tipi tanıtımı)
- ID pin: float (Type-C için), micro-USB için açık-kapalı dedektör

### 10.5.2 USB1 (Host)

- USB-A veya 4-pin pinhead (geliştirme için)
- D+/D– diferansiyel trace, 90  $\Omega$
- TVS koruma: USB1 hatlarında da
- VBUS: Genelde 5 V doğrudan sistem güç rayından (USB1\_VBUS sense pinine bağlı)

## 10.6 LCD Bağlantısı

### 10.6.1 Direkt RGB TFT

NAR-3358 LCD\_DATA0–15 + sync sinyalleri direkt 16-bit veya 18-bit RGB TFT'ye bağlanır. Tipik anakart:

- Voltaj uyumu: 3,3 V (LDO4 ile sağlanır)
- Backlight sürücüsü: TPS61169 veya benzeri (PWM kontrolü ePWM0 pinli)
- Touch: TSC\_ADC dahili, 4-tel/5-tel resistive

### 10.6.2 HDMI Çıkışı (LVDS Bridge ile)

24-bit RGB → HDMI dönüşümü için harici bridge yongası:

- TFP410 (DVI/HDMI bridge, 165 MHz)
- SN65LVDS93B (LVDS encoder)
- ANX7530 (DisplayPort)

## 10.7 Decoupling Stratejisi

Paket içindeki tüm yongalar için decoupling kondansatörleri *paket içine entegre edilmiştir*. Harici PCB için ek kondansatör opsiyonel ancak iyi tasarım pratiklerine uyar:

- **Bulk:** Her kullanıcı rail pininin yakınında 22  $\mu$ F (X7R MLCC)
- **Yüksek frekans:** 100 nF (X7R) paralel
- **DDR rail:** DDR3L paket içindedir; harici decoupling gereksiz
- **Yer:** Pin'e  $\leq 5$  mm mesafe, via'lar GND plane'e direkt

## 10.8 Termal Dikkat Noktaları

NAR-3358, (tahminen 1,5–2 W). Önerilen PCB tedbirleri:

**Tablo 10.2.** Termal tasarım önerileri.

Önem	Açıklama
Thermal via array	Paket altına en az $8 \times 8$ grid, 0,3 mm via, 0,8 mm pitch
Alt GND plane	Paket altı $\geq 30$ mm $\times$ 30 mm dolu copper
Heatsink	Endüstriyel uygulamalarda yapışkanlı alüminyum heatsink önerilir ( $T_a > +60$ °C için)
Akış (airflow)	0,5–1,0 m/s tipik (fan veya doğal konveksiyon)

**İndikatif termal direnç (BGA  $30 \times 30$  mm, JEDEC JESD51-2 standart 4-katmanlı test kartı):**

**Tipik  $T_j$  hesabı (1 GHz Linux idle, ambient 25 °C, doğal konveksiyon):**  $T_j = T_a + \theta_{JA} \cdot P = 25 + 25 \cdot 1,1 = 52,5$  °C  $\ll T_{j,max} = 105$  °C. Yüksek-yük durumda heatsink önerilir.

Parametre	Hedef	Birim
$\theta_{JA}$ (junction-to-air, 0 m/s airflow)	22 – 28	°C/W
$\theta_{JA}$ (junction-to-air, 1 m/s airflow)	16 – 20	°C/W
$\theta_{JC,top}$ (junction-to-case top)	6 – 10	°C/W
$\theta_{JB}$ (junction-to-board)	12 – 16	°C/W
$\Psi_{JT}$ (junction-to-top characterization)	0,3 – 0,6	°C/W

## 10.9 EMI / EMC Tavsiyeleri

- Ethernet konnektörlerinde common-mode choke (BLM21, BLM18 serisi)
- USB hatlarında 90  $\Omega$  diferansiyel + TVS dizisi
- HDMI bağlantısında EMI filter array (TPD12S016 vb.)
- DDR3L sinyali paket içi, anakart tarafında özel önlem gerekmez
- Konnektör çevresinde 2,5 mm guard ring (GND vias)

## 10.10 Yazılım Geliştirme

NAR-3358 için yazılım ekosistemi olgun ve geniştir:

- **TI Processor SDK Linux for AM335x** (Yocto-tabanlı, mainline kernel)
- **TI Processor SDK Android for AM335x** (AOSP)
- **Açık kaynak Yocto BSP'ler** (meta-ti, meta-arago)
- **Debian / Ubuntu community images** (AM335x topluluğu, NAR-3358'e port edilir)
- **Buildroot** (gömülü sistem için yalın seçenek)
- **PRU yazılım geliştirme:** TI PRU C/C++ Compiler, açık kaynak PRU Linux Userspace SDK
- **Mainline Linux kernel:** 5.10 LTS, 6.x serileri AM335x desteklenir

### Geliştirici toplulukları:

- TI E2E forum + Yocto Project (meta-ti) community
- TI E2E Forum (AM335x destek)
- Yocto Project (meta-ti maintainer ekosistemi)

NAR-3358 için Yocto machine tanımı (`nar3358.conf`) ve mainline-kernel uyumlu device tree (`nar3358.dts`), Corezzle Electronics GitHub organizasyonu altında ürün yayını ile birlikte yayımlanacaktır: [github.com/CorezzleElectronics](https://github.com/CorezzleElectronics).

## BÖLÜM 11

# Sipariş Bilgisi

### 11.1 Mevcut Parça Numaraları

**Tablo 11.1.** Geçerli parça numaraları — üretim sürümleri.

Parça Numarası	Açıklama	Paket	MOQ
NAR-3358-1G-TCE	Standart sürüm: AM3358 1 GHz + 1 GB DDR3L + 4 GB eMMC + ikili PMIC, ticari sıcaklık (0-70 °C)	Tray	90
NAR-3358-1G-TCE-TR	Aynı, tape & reel paketleme	T&R 13"	500

**Not (MOQ):** Tray MOQ değeri JEDEC standart tray kapasitesi temel alınarak hesaplanmıştır (90 birim/tray, 30 × 30 mm BGA için). Tape & reel MOQ, EIA-481 standart reel başına parça sayısı (500 birim/reel) ile uyumludur. Daha küçük adetler mühendislik numunesi olarak temin edilebilir.

### 11.2 Parça Numarası Yapısı

NAR	--	3358	--	1G	--	TCE	--	TR
Aile		İşlemci		DDR3L		Rev / Sınıf		Paketleme

**Tablo 11.2.** Parça numarası alan açıklamaları.

Alan	Olası Değer	Anlam
Aile	NAR	Corezzle SiP ürün ailesi
İşlemci	3358	TI Sitara AM3358BZCZ100 (Cortex-A8 1 GHz)
DDR3L kapasite	1G	1 GB DDR3L SDRAM (16-bit EMIF)
	512M	512 MB DDR3L (planlı varyant)
Rev / Sınıf	TCE	İlk üretim, ticari sıcaklık (0-70 °C) — kanonik üretim PN'i
	TIE	Endüstriyel sıcaklık aralığı (-40 - +105 °C, planlı)
Paketleme	(boş)	Tray (varsayılan)
	TR	Tape & reel, EIA-481

#### Tam tanımlı örnekler:

- NAR-3358-1G-TCE — 1 GB DDR3L, ticari sıcaklık, tray
- NAR-3358-1G-TCE-TR — aynı, tape & reel
- NAR-3358-1G-TIE-TR — endüstriyel sıcaklık, T&R (planlı)

#### İleride planlanan varyantlar:

- NAR-3358-512M-TCE: 512 MB DDR3L sürümü (düşük maliyet, 2027 hedef)
- NAR-3358-1G-TIE: Endüstriyel sıcaklık aralığı ( $-40 - +105$  °C) onaylı sürüm (2027 Q1 hedef)
- 8 GB eMMC varyantları (pazar talebine bağlı)

## 11.3 Numune

Mühendislik numuneleri şu adres üzerinden temin edilebilir:

[info@corezzle.com](mailto:info@corezzle.com)

Numune talebinde aşağıdaki bilgilerin paylaşılması, sürecin hızlanmasına yardımcı olur:

- Şirket adı ve uygulama alanı
- Tahmini yıllık hacim (parça/yıl)
- Hedef pazar (TR/EU/US/diğer)
- İşletim sistemi tercihi (Yocto Linux / Android / Custom)
- NDA gereksinimi (varsa)

İlgili açık kaynak yazılım katmanı (Yocto BSP, machine file, device tree örnekleri) Corezzle Electronics GitHub organizasyonu altında, ürün yayını ile birlikte erişime açılacaktır: [github.com/CorezzleElectronics](https://github.com/CorezzleElectronics).

## 11.4 Teslim Süresi (Lead Time)

**Tablo 11.3.** Tipik teslim süreleri (yaklaşık).

Tür	Açıklama	Teslim
Mühendislik numune	1-10 adet, $\leq 2$ hafta önceden talep	2-4 hafta
Üretim numunesi	$\leq 1000$ adet	8-10 hafta
Seri üretim (1k-10k)	—	12-14 hafta
Seri üretim (> 10k)	—	16-20 hafta

**Not:** Seri üretim hazırlık takvimi 2026 Q3 (Eylül 2026) hedeflenmiştir. Yukarıdaki teslim süreleri hazırlık tamamlandıktan sonra geçerlidir ve sipariş hacmine + sözleşme tipine göre revize edilebilir.

## 11.5 Kalite ve Test

Her NAR-3358 birim üretim sonunda otomatik fonksiyonel test (ATE) sürecinden geçer:

- Tüm rail'lerin gerilim doğrulaması ( $\pm 2\%$  tolerans)
- AM3358 ROM bootloader response testi (UART üzerinden)
- DDR3L pattern test (yazma-okuma doğrulama, tüm 1 GB)
- eMMC pattern test (sektör tarama, sağlık raporu)
- I<sup>2</sup>C tarama (TPS65217C, 24LC32A cevap verir)
- Ethernet PHY interface continuity testi (MII1)

- USB 2.0 enumeration testi (USB0 device modunda)
- JTAG ID code doğrulama
- Test logu: seri numarası ile birlikte saklanır

## 11.6 Garanti

NAR-3358, üretim hatalarına karşı **12 ay** garanti ile teslim edilir. Garanti, kullanıcı tarafından oluşturulan hasarları (ESD, aşırı gerilim, mekanik hasar) kapsamaz. Detaylı garanti şartları için Corezzle satış sözleşmesine bakın.

## BÖLÜM 12

# Revizyon Geçmişi

### 12.1 Revizyon Tablosu

**Tablo 12.1.** Doküman revizyon geçmişi.

Revizyon	Tarih	Statü	Değişiklik
0,1	2026-06-08	Advance Information	İlk yayım. Sistem mimarisi, paket içi yonga listesi, blok diyagram, T-SiP pin işlev tablosu, TPS65217C rail haritalaması, AM3358 + DDR3L + eMMC entegrasyon özetleri (üretici nominal).
0,2	2026-06-08	Advance Information	Kanonik 400 ball haritası ürün şematiginden otomatik üretildi (Bölüm 3, Şekil 3.1, 4 köşe GND dahil 92 GND ball'ı + 82 NC ball'ı tam tablo). PN <b>NAR-3358-1G-TCE</b> kanonik olarak belirlendi. Ethernet MII modunun bu paket revizyonunda yegane fiziksel mod olduğu netleştirildi (RMII/RGMII gelecek revizyon). USB1 OTG kapasitesi onaylandı. İndikatif güç tüketim profilleri, EMIF/MIU zamanlama, land pattern, reflow zaman bütçesi, termal direnç eklendi. PN matrisi (TCE ticari, TIE endüstriyel) + tape&reel/tray MOQ konsolide edildi.
0,3	2026-06-08	Advance Information	Tam pin eşleştirme PDF'in sonuna gömüldü (eski Ek B; harici docs/pinmap-tr.md linki kaldırıldı). 14 fonksiyonel kategori tablosu + 400 ball ham BGA matrisi PDF içeriği oldu.
0,4	2026-06-08	Advance Information	"Ek B" isimlendirmesi normal Bölüm 15'e dönüştürüldü (\appendix kaldırıldı). Bölüm 15 standart chapter numarasını aldı.
0,5	2026-06-08	Advance Information	Yapısal sadeleştirme: Bölüm 3.2'deki mükerrer işlevsel pin özetleri kaldırıldı (Bölüm 15'e forward-ref); Bölüm 4.5 Güç-Açma Sıralaması Bölüm 7'ye birleştirildi; Bölüm 5.9 LCD Denetleyicisi Bölüm 6 ile çakıştığı için kaldırıldı; tüm upst reambox bloklarındaki URL tekrarları Bölüm 14'e yönlendirildi.

### 12.2 Sürüm Seviyeleri

NAR-3358 datasheet'i aşağıdaki olgunluk seviyeleri arasında ilerler. Mevcut sürüm **Rev. 0.5 ADVANCE INFORMATION**'dir.

**Tablo 12.2.** Datasheet sürüm seviyeleri.

Seviye	Tanım	Hedef
Advance Information	Yapı, nominal değerler ve referans devre yayımlanmıştır. Elektriksel ölçüm sonuçları henüz dahil edilmemiştir. Tasarım planlama ve değerlendirme için uygundur, <i>üretim öncesi doğrulama gerektirir</i> .	Mevcut
Preliminary	Bench karakterizasyonu tamamlanmıştır; tipik elektriksel değerler, güç tüketimi profilleri ve termal direnç ölçüm sonuçları ile güncellenmiştir. Sertifika numaraları beklemededir.	2026-Q3 hedef
Final (Rev. 1.0)	Tüm elektriksel karakterizasyon, mekanik toleranslar ve düzenleyici uyumluluk (CE, RoHS test sonuçları) dahil edilmiştir. Üretim ve seri sevkiyat için yayın-hazırdır.	2026-Q4 hedef

## 12.3 Sonraki Revizyonda Beklenenler

- Tipik ve maksimum güç tüketim profilleri (idle, full-load, standby, deepsleep, RTC-only)
- DDR3L EMIF zamanlama parametreleri (bench ölçüm)
- Termal direnç değerleri ( $\theta_{JA}$ ,  $\theta_{JC}$ )
- Power-up timing diyagramı (rail ramp süreleri, PMIC sequencing)
- Tam land pattern çizimi (IPC-7351B B (Nominal) ve C (Most))
- Referans uygulama şematiği (Ethernet PHY, USB host/device, LCD, microSD)
- BGA pad sayısı ve düzeni final
- MSL sınıfı doğrulama

## 12.4 Güncelleme Bildirimi

Yeni revizyonlar yayımlandığında bildirim almak için:

[info@corezzle.com](mailto:info@corezzle.com)

Adresine doğrudan başvurabilirsiniz. Her datasheet sayfasının altında geçerli revizyon numarası (Rev. 0.5 ADVANCE INFORMATION) yer alır; en güncel sürüm için [corezzle.com](http://corezzle.com) adresini kontrol edin.

---

## BÖLÜM 13

# Hukuki ve Uyumluluk

### 13.1 Yasal Yükümlülük Reddi

Bu doküman **Corezzle Elektronik Anonim Şirketi** ("Corezzle") tarafından yalnızca bilgilendirme amaçlı yayımlanmıştır. Burada yer alan bilgiler bildirişiz değiştirilebilir. Corezzle, bu dokümanın doğruluğu, eksiksizliği veya belirli bir kullanım için uygunluğu konusunda hiçbir açık veya zımni garanti vermez.

### 13.2 Üçüncü Taraf Yongaları

NAR-3358 paketi içinde Texas Instruments, Micron Technology, Microchip Technology ve gömülü çoklu ortam kartı (eMMC) üreticisi tarafından üretilen yongalar yer alır. Bu yongaların marka adları, parça numaraları ve teknik özellikleri ilgili üreticilerin tescilli mülkiyetidir. Üreticiler kendi datasheet'lerinde verilen koşullar dışında ürünleri ile ilgili sorumluluk almazlar.

### 13.3 Patent ve Lisans Bildirimleri

NAR-3358 satın alımı, paket içinde yer alan üçüncü taraf yongaları için yalnızca üretici tarafından sağlanan kullanım haklarını kapsar. Bu ürünün özel uygulamalarda (tıbbi cihaz, otomotiv, askeri, havacılık, nükleer kontrol) kullanımı için ek lisans, sertifika ve onay gerekebilir.

Corezzle Electronics, T-SiP paketleme yöntemine ilişkin patent başvurularını hazırlamaktadır. Bu başvurular nihai üretim revizyonu ile birlikte ürün üzerinde belirtilecektir.

### 13.4 İhracat Kontrolü

Bu ürünün ECCN sınıflandırması ürün yayını ile birlikte resmi sınıflandırma yazısı olarak yayımlanacaktır (TI AM3358 işlemcisinin EAR99 sınıfı ile uyumlu olması beklenmektedir; nihai sınıflandırma Corezzle Electronics ihracat danışmanlığı tarafından onaylanır). Müşteriler, ürünün satın alma, kullanma, ihraç etme veya yeniden ihraç etme sırasında geçerli ulusal ve uluslararası ihracat kontrol yasalarına uymakla yükümlüdür.

### 13.5 Geri Dönüşüm ve RoHS

NAR-3358 RoHS 3 (2015/863/EU) uyumludur. Atık elektronik ekipman (WEEE) yönetmeliklerine uygun olarak ürün ömrü sonunda yetkili geri dönüşüm merkezlerine teslim edilmelidir.

### 13.6 İletişim

**Şirket** Corezzle Elektronik Anonim Şirketi

**Adres** Sanayi Mah. Teknopark Bul. No: 1/4C

İç Kapı No: 213, Pendik / İstanbul, Türkiye

**Web** corezzle.com

**E-posta** info@corezzle.com

**GitHub** github.com/CorezzleElectronics

© 2026 Corezzle Elektronik A.Ş. Tüm hakları saklıdır.

---

## BÖLÜM 14

# Üst Kaynak Datasheet'leri

Bu datasheet, paket içindeki yongalar için *SiP-spesifik* entegrasyon bilgisi sağlar. Her bir yonganın tam elektriksel, zamanlamasal ve uygulama datasheet'i ilgili üreticisinden temin edilmelidir. Aşağıdaki bölüm doğrudan kaynak bağlantılarını verir.

### 14.1 Yonga Datasheet'leri

#### Texas Instruments — AM3358BZCZ100 (Sitara ARM Cortex-A8)

<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/am3358.pdf>

#### Texas Instruments — AM335x Technical Reference Manual

<https://www.ti.com/lit/ug/spruh73q/spruh73q.pdf>

#### DDR3L SDRAM (1 GB, paket içi)

JEDEC **JESD79-3F** — DDR3 / DDR3L Standard

<https://www.jedec.org/standards-documents/docs/jesd-79-3f>

Üretici-spesifik datasheet, NAR-3358 üretim revizyonunda onaylı tedarikçi listesi (AVL) ile birlikte yayımlanır.

#### eMMC 5.0 (4 GB, paket içi)

JEDEC **JESD84-B51** — eMMC Standard

<https://www.jedec.org/standards-documents/focus/flash/embedded-multimediacard>

Üretici datasheet'i NDA gerektirebilir.

#### Texas Instruments — TPS65217C (Ana PMIC, Li-Ion charger)

<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tps65217.pdf>

#### Texas Instruments — TL5209DRG4 (İkincil PMIC, 1 A LDO)

<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tl5209.pdf>

#### Microchip — 24LC32AT-I/OT (32 Kbit I<sup>2</sup>C EEPROM)

<https://ww1.microchip.com/downloads/aemDocuments/documents/MPD/ProductDocuments/DataSheets/21072K.pdf>

## Texas Instruments — SN74LVC1G07 (Open-drain buffer)

<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn74lvc1g07.pdf>

## 14.2 İlgili TI Dokümanları

### AM335x Sitara Processors — Linux SDK

<https://www.ti.com/tool/PROCESSOR-SDK-AM335X>

### AM335x Sitara — Boot Switching, Power Sequencing

<https://www.ti.com/lit/an/sprabz0d/sprabz0d.pdf>

### Yocto Project (meta-ti)

<https://www.yoctoproject.org/>

### Android AOSP for Sitara

<https://www.ti.com/tool/PROCESSOR-SDK-ANDROID-AM335X>

## 14.3 Standartlar ve Yönetmelikler

- IEEE 802.3-2018 — Ethernet (CPSW + MII/RMII)
- USB 2.0 Specification — USB-IF
- JEDEC JESD79-3F — DDR3 SDRAM Standard
- JEDEC JESD84-B51 — eMMC 5.1 Specification
- J-STD-020E — Moisture/Reflow Sensitivity Classification
- IPC-7351B — Generic Requirements for Surface Mount Design
- JEDEC MO-205 — BGA paket familyaları (T-SiP referansı)
- IEC 61000-4-2 — ESD Immunity
- RoHS 3 (2015/863/EU) — Restriction of Hazardous Substances

## 14.4 İlgili Corezzle Materyalleri

NAR-3358 için tam pin eşleştirme referansı bu datasheet'in section 3.5'inde verilmiştir. Pazarlama materyalleri (one-pager, web sayfası, wiki) için [corezzle.com](http://corezzle.com) adresine bakın.