

YÜZME HAVUZU TESİSLERİNDE TOPRAKLAMA

Yüzme havuzları, insan vücudunun suyla temas etmesi ve ıslak cilt direncinin ciddi oranda düşmesi nedeniyle elektrik çarpması riskinin en yüksek olduğu alanlardan biridir. **IEC 60364-7-702** standardı, Türkiye'de **TS HD 60364-7-702** olarak karşılık bulur, bu alanlardaki elektriksel güvenlik kurallarını belirleyen temel referanstır. Aşağıda, bu standardın güncel versiyonu çerçevesinde topraklama ve potansiyel dengeleme gerekliliklerini içeren bir inceleme yer almaktadır. Konunun önemini hatırlatmak, yapımcılar, işletmeciler, personel ve kullanıcılar açısından farkındalığı artırmak ve uzman bilgisine ne kadar çok gerek olduğunu vurgulamaktır. Bilinmelidir, topraklama olmazsa olmaz olduğu halde, elektrik güvenliğinin bir basamağıdır.



Tamamlayıcı olarak Potansiyel Dengeleme

IEC 60364-7-702'ye göre havuzlarda **en kritik güvenlik önlemi** potansiyel dengelemedir. Bu, tüm iletken kısımların aynı elektriksel potansiyele getirilerek aralarında bir gerilim farkı (dokunma gerilimi) oluşmasını önler.

Bağlanması Zorunlu Kısımlar:

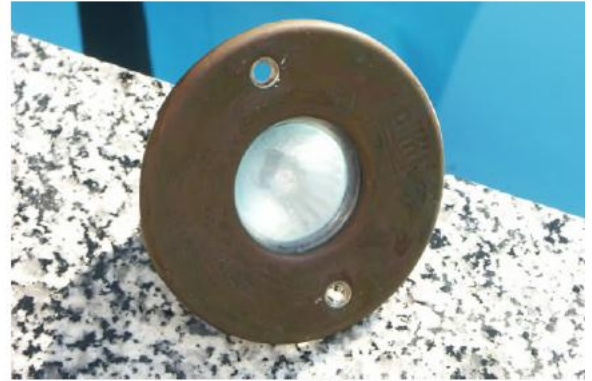
- Havuz merdivenleri. Korkulukları, kullanıcılar ve personelin ulaşabileceği tüm iletkenler.
- Trampelenler ve atlama platformlarının metal aksamaları vb.
- Havuz içindeki lambalar, metal nozullar ve su giderlerinin metal çerçeveleri gibi iletken donanımlar (Elektriksel yalıtımlı değilse).
- Havuz çevresindeki metal çitler ve bariyerler vb.
- İletken su boruları, iletken filtre hatları, iletken drenaj boruları, (Boru tesisatının PVC vb olduğu durumlarda, yerleşik parçaların topraklanması gerekmez).
- **Hasır Çelik (Re-bar):** Betonarme havuz yapısının içindeki inşaat demirleri mutlaka potansiyel dengeleme sistemine dahil edilmelidir.

Önemli: Eğer havuz çevresinde elektrikli yerden ısıtma sistemi varsa, bu sistemin üzerine yerleştirilen metal hasır veya ekran da potansiyel dengeleme barasına bağlanmalıdır.



Aşağıdaki iletken parçalar, 0, 1 ve 2 alanlarına bir potansiyel getirmedikleri sürece, harici iletken parçalar olarak sayılmazlar ve bu nedenle ek koruyucu eş potansiyel kuşaklamaya dahil edilmeleri gerekmez:

- Erişim ve çıkış merdivenleri
- Havuz kenarında korkuluklar ve tutamaklar
- Izgara kapakları vb.
- Pencere, Kapı çerçeveleri
- Plastik boruların bağlı olduğu ve komşu topraklama ile temas etmeyen plastik bir havuzdaki iletken zemin gideri, bağlantı parçaları.
- Sirkülasyon hattının boruları genellikle plastikten yapılır ve bu nedenle elektriksel olarak iletken değildir. Bu, potansiyel dengelemenin gerekli olmadığı anlamına gelir. Bunlara bağlı metal duvar beslemeleri, emişlerde potansiyelin ortaya çıkmadığı anlamına gelir. Bu nedenle topraklanmaları gerekmez. Sualtı projektörleri sudaki tutamaklarda böyledir ve potansiyel dengeleme gerektirmez. Projektörler bir transformatör aracılığıyla elektriksel olarak izole edilir ve emniyetli ekstra düşük voltajla çalıştırılır. Tüm metal tesisat parçaları, toprak potansiyeline bağlandığında, suda negatif yüklü bir elektrot gibi davranır. Zemin giderindeki girdap önleyici kapaklar veya yüzey temizleyicideki paslanmaz çelik süzgeç parçası gibi metal panellerin yüzeylerindeki bu negatif elektrik yükü, suda siyah-gri birikintilere yol açabilir. Bu tür birikintiler korozyon değildir ve temizlikle geçici olarak giderilebilir (bkz. Şekil 1 ve 2). Bu durumlarda tek çare elektrik yalıtımıdır. Potansiyel dengeleme olmasa bile, betondaki donatıya bağlı olmaları halinde ankastre parçalarda bu durum meydana gelebilir. Bu nedenle, ankastre parçalar donatı ile temas etmemeli veya donatıya bağlanmamalıdır.



Şekil 1: Potansiyel dengelemeli UWS



Şekil 2: Potansiyel dengelemesi olmayan UWS

Eş potansiyel Dengeleme Planı (Bağlantı Detayları)

Havuz çevresindeki tüm metal aksamalar "Eş potansiyel Dengeleme Barası" üzerinden birbirine bağlanmalıdır. Daima konu uzmana bilgisi gerektirir.

Bağlanacak Ekipman	İletken Tipi / Kesiti	Bağlantı Noktası
Havuz Gövde Donatısı	1 × 6 mm ² NYAF (Yeşil-Sarı)	Hasır çeliğe özel klemensle
Havuz Merdivenleri	1 × 4 mm ² NYAF	Merdiven ankraj vidası
Makine Dairesi Metal Aksam	1 × 6 mm ² NYAF	Kollektörler ve metal borular
Aydınlatma Armatür Kasası	1 × 4 mm ² NYAF	Armatür montaj yuvası (metal ise)
Isıtıcı / Eşanjör Gövdesi	1 × 6 mm ² NYAF	Gövde topraklama vidası

Eş potansiyel Şebeke vb. Topraklama

Standartların (IEC 60364) üzerinde en çok durduğu konu, toprağın derinliğine bir plaka gömmekten ziyade, havuzun etrafında bir "eş potansiyel kafes" oluşturmaktır.

- **Halka Topraklayıcı:** Havuzun etrafını çevreleyen, çıplak bakır iletkenlerden oluşan bir halka tesis edilmelidir.
- **Yüzey Gradyan Kontrolü:** Topraklama plakası tek başına "adım gerilimi" riskini çözmez. Havuzun yürüme alanlarının altına yerleştirilen hasır çelik donatı veya bakır iletken ağ, plaka ile irtibatlandırılarak yüzeydeki gerilimi her noktada eşitler.
- **Betonarme Entegrasyonu:** Plakadan gelen uçlar, havuz gövdesindeki inşaat demirlerine klemenslerle bağlanmalıdır. Böylece havuzun kendisi dev bir elektrot gibi davranır.

Havuzların "Bağımsız" Topraklanması: Risk mi, Gereklilik mi?

Elektrik mühendisliğinde "bağımsız topraklama", bir tesisin ana topraklama sisteminden tamamen kopuk, ayrı bir elektrot sistemine sahip olması anlamına gelir. **Havuzlar için bu uygulama (Bağımsız havuz yapıları hariç) oldukça tehlikelidir ve standartlarca önerilmez.**

- **Potansiyel Farkı Riski:** Eğer havuzun topraklanması binadan tamamen bağımsız (izole) yapılırsa, bir arıza anında bina toprağı ile havuz toprağı arasında ciddi bir gerilim farkı oluşabilir. Havuz kenarında duran bir kişi, bir eliyle binaya bağlı bir metal aksama dokunup ayağıyla havuz suyuna veya kenarına temas ederse, bu iki farklı "toprak" arasındaki potansiyel farkı risk oluşturabilir.
- **Doğru Yaklaşım:** Havuz için **lokal bir topraklayıcı** (plaka veya çubuk) tesis edilebilir, bu topraklama güvenliği açısından oldukça ilave fayda sağlayabilir. Ancak bu elektrot mutlaka binanın ana eş potansiyel barasına bağlanarak sistemle "bütünleşik" hale getirilmelidir.

Topraklama Plakaları ve Kullanım Amaçları

Topraklama plakaları (levhalar), genellikle dikey çubukların (kazıkların) yeterli direnç değerini sağlamadığı veya zeminin kayalık/sert olduğu durumlarda tercih edilir. Özellikle toprağa gömülü havuzların altı bu plakaların yerleştirilmesi için çok elverişli yerlerdir. Geniş yüzey alanı sayesinde toprakla temas direnci düşüktür. Özellikle özgül direnci yüksek olan topraklarda akımı dağıtmakta daha başarılıdır.

Plaka Seçimi ve Montaj Kriterleri:

- **Malzeme ve Boyut:** Genellikle 0.5x1m veya $\geq 0,5$ m2, en az 2 mm kalınlığında **som bakır** plakalar kullanılır.
- **Montaj Derinliği:** Plakanın üst kenarı, don seviyesinin altında ve en az **1 metre**

Topraklama Sistemleri ve RCD Gereklilikleri

- Standart, besleme sistemine göre belirli kısıtlamalar getirir:
- **TN-S Sistemi:** Havuz alanlarında tercih edilen sistemdir. Koruma iletkeni (PE) ve Nötr (N) hattı ayrılmış olmalıdır. **TN-C sistemi (PEN iletkeni kullanımı) havuz bölgelerinde kesinlikle yasaktır.**
- **RCD (Artık Akım Cihazı):** Bölge 1 ve 2'deki devrelerin çoğu için **30 mA** eşikli RCD kullanımı zorunludur.
- **SELV (Safety Extra-Low Voltage):** Bölge 0 ve 1'de kullanılacak ekipmanlar (örneğin su altı aydınlatmaları) sadece SELV ile beslenebilir.
- **Sınır değerler:** AC 12V veya DC 30V. SELV kaynağı (trafo), mutlaka Bölge 0, 1 ve 2'nin dışında konumlandırılmalıdır.

Parametre	Gerekli uluslar arası standart (IEC 60364-7-702)
İletken Kesiti	Bakır iletkenler için en az 4 mm² , mekanik koruma yoksa 6 mm² önerilir.
Korozyon Direnci	Havuz kimyasalları (klor vb.) nedeniyle bağlantı klemensleri paslanmaz çelik veya korozyona dayanıklı alaşımlardan seçilmelidir.
Süreklilik Testi	Tüm dengeleme noktaları ile eşpotansiyel bara arasındaki direnç 0.1 Ω değerinin altında olmalıdır

Havuz Alanlarında Bölge Sınıflandırması

Standardın temelini güvenlik bölgeleri oluşturur. Topraklama ve koruma önlemleri bu bölgelere göre değişiklik gösterir:

- **Bölge 0:** Havuzun içi, suyun bulunduğu hacim.
- **Bölge 1:** Havuz kenarından 2 metre yatay uzaklıkta ve zemin seviyesinden 2,5 metre yüksekliğe kadar olan alan.
- **Bölge 2:** Bölge 1'in bittiği yerden itibaren 1,5 metre daha yatay uzaklıkta ve 2,5 metre yüksekliğe kadar olan alan.

Ana Kumanda Kabini (Tipik)

Havuz elektrik panosu korozyona dayanıklı (**IP65**) bir kabinde ve **Bölge 2'nin** dışında olmalıdır.

Ana Giriş:

- **Giriş Şalteri:** 3P+N V otomat veya Kompakt Şalter.
- **Ana Koruma:** **300 mA** Selektif Tip Kaçak Akım Rölesi (Yangın koruma).
- **Çıkış Devreleri:**

Pompa Devreleri vb:

- 30 mA Kaçak Akım Rölesi (Yüksek hassasiyet).
- Motor Koruma Şalteri (Termik-Manyetik ayarlı).
- Kontaktör, Zaman saati vb.

Havuz Aydınlatma Devresi (SELV):

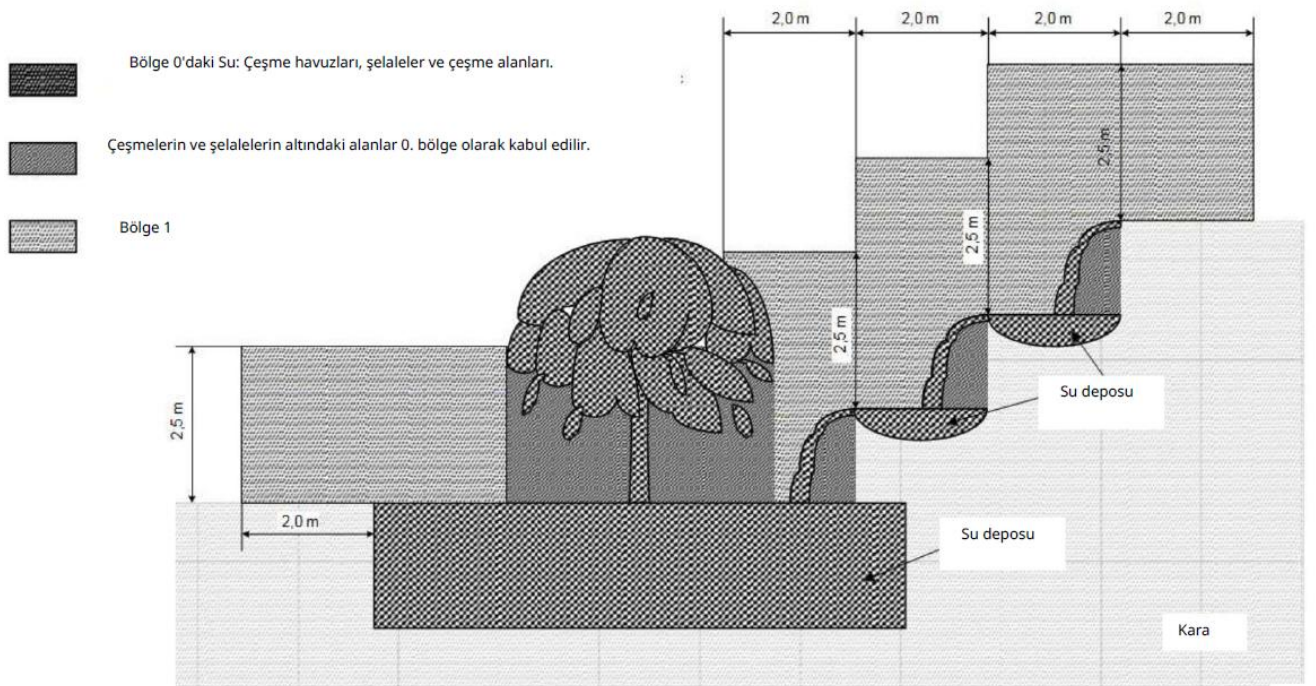
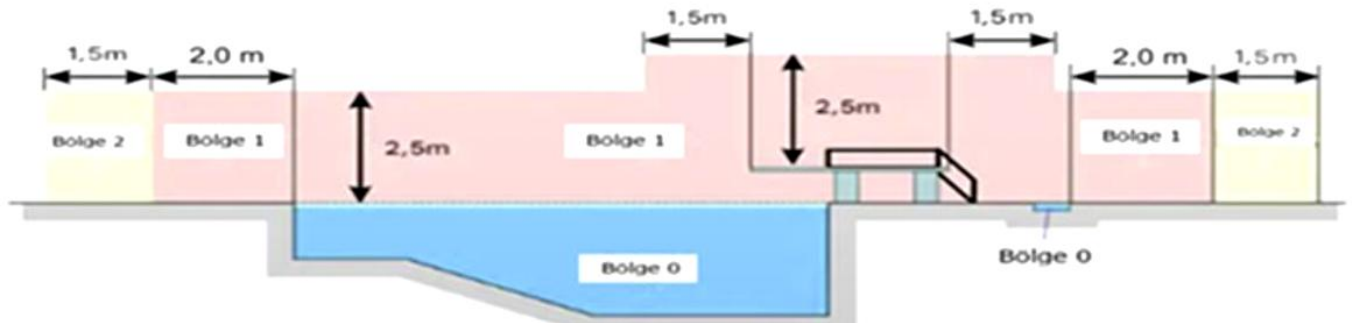
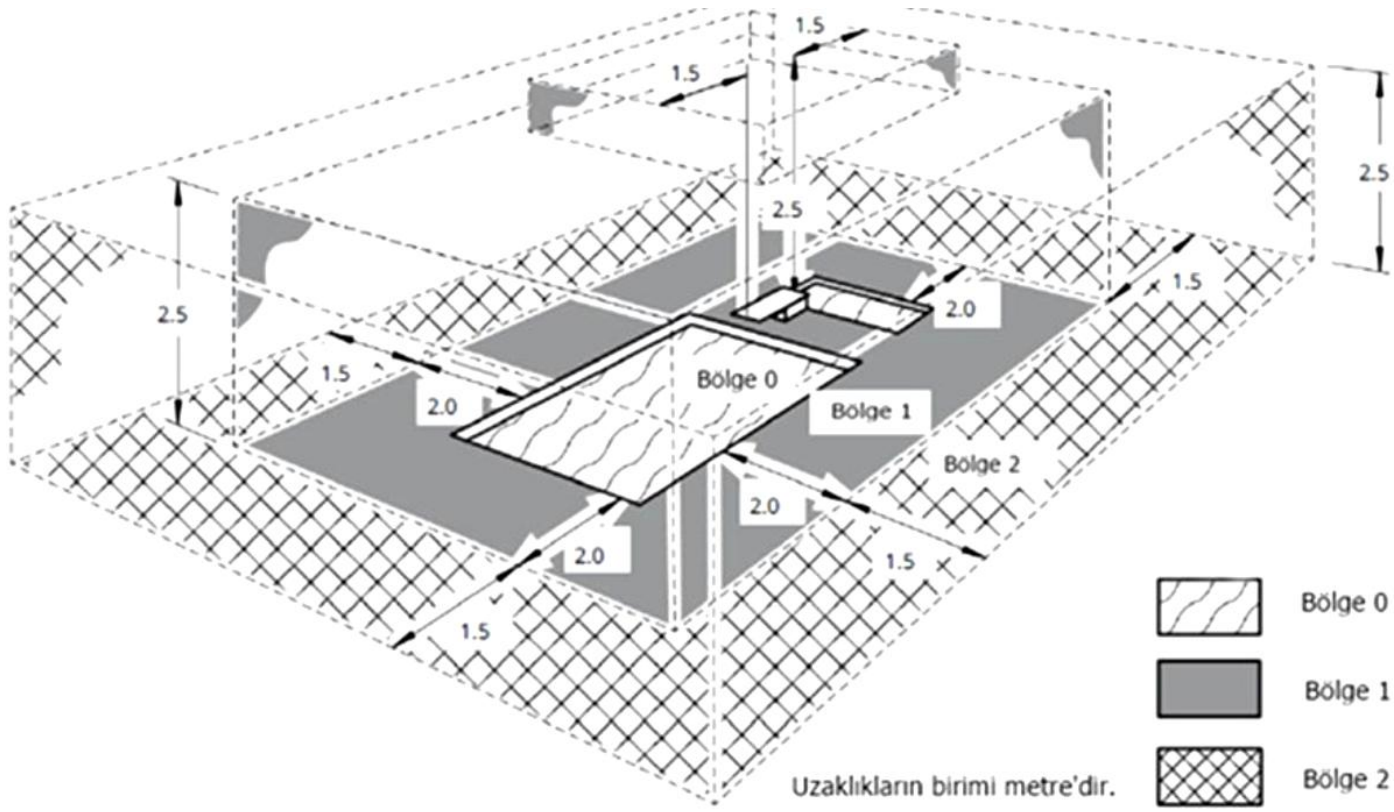
- 30 mA RCD korumalı B tipi Sigorta.

Güvenlik Trafosu AC veya DC güç kaynakları:

- 230V / 12V AC (Çift yalıtımlı, sargıları). Trafo sekonder (12V) tarafı kesinlikle topraklanmamalıdır!

- **Dozajlama / Otomasyon:**

- 10A B Tipi Sigorta + 30 mA RCD.



Kısa güvenlik gerekleri

Parametre	Bölge 0 (Su İçi)	Bölge 1 (Kenar)	Bölge 2 (Dış Çerçeve)
IP Koruma	IPX8	IPX4 / IPX5	IPX2 (İç) / IPX4 (Dış)
Max. Voltaj	12V AC / 30V DC	12V AC / 30V DC	230V AC (RCD Korumalı)
Anahtar/Priz	Yasak	Yasak	İzin verilir (RCD şartıyla)
Aydınlatma	Sadece SELV	Sadece SELV	SELV veya RCD korumalı

Kritik Uyarılar ve Güncel Değişiklikler

Standartta yapılan son güncellemelerle birlikte:

- **Doğal Havuzlar:** Standart artık sadece yapay havuzları değil, yüzme amaçlı kullanılan göl veya kıyı bölgelerindeki tesisatları da kapsamaktadır.
- **IP Sınıflandırması:** Bölge 0'da **IPX8**, Bölge 1'de **IPX4** (veya tazyikli su temizliği varsa **IPX5**) koruma sınıfı zorunludur.
- **İzoleli Sistemler:** Eğer havuz tamamen yalıtkan malzemeden (polyester, plastik vb.) yapılmışsa ve çevresinde iletken bir yapı yoksa, potansiyel dengeleme gerekliliği bu malzemeler için aranmaz; ancak suyun kendisi ve suyla temas eden metal tesisat (pompa vb.) hala risk teşkil eder.

Bu inceleme, genel bir rehber niteliğindedir. Uygulama aşamasında bölgenizdeki yerel yönetmelikleri (örneğin Türkiye'de Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği) ve projenize özel detayları uzman bir mühendis eşliğinde değerlendirmeniz hayati önem taşır.

Önemli ek bilgiler

TN-C Sistem Yasağı: Havuz tesisatında Nötr ve Toprak hattı asla birleştirilmemelidir (PEN iletkeni kullanılmaz). Her zaman **TN-S** (ayrı nötr, ayrı toprak) uygulanmalıdır.

- **Ek Yasağı:** Havuz altından veya nemli alanlardan giden kablolar kesinlikle ek yapılmamalı, kablolar tek parça olarak buatlara ulaşmalıdır.
- **Sızdırmazlık:** Kablo girişlerinde mutlaka uygun ölçüde **rekör** kullanılmalı ve panonun IP sınıfı korunmalıdır.
- **Su Altı Aydınlatma:** Armatürlerin içindeki kablo bağlantıları fabrikasyon reçineli olmalı. Kablolar kesinlikle eksiz ve değiştirilebilir olmalıdır.