



**SAKARYA
UNIVERSITY**

Doç. Dr. Şuayb Çağrı YENER

EEM 465 - Elektromanyetik Uyumluluk



2. EMC Tarihi ve Yasal Süreçler

Elektromanyetik Radyasyon

- Elektromanyetik radyasyonu (EMR) oluşturan temel olarak iki bileşen vardır: bunlar elektrik alan ve manyetik alandır.
- Bu iki bileşen ayrı ayrı ölçülmektedir ve elektromanyetik radyasyon veya elektromanyetik kirlilik (EMK) ifadeleri kullanıldığında bu bileşenlerin her ikisi birden kastedilmektedir.
- Elektrik alan şiddetinin birimi V/m, manyetik alan şiddetinin birimi ise A/m' veya Tesla ile Gauss olabilmektedir.
- Radyasyon kavramı temel olarak İyonizan (Nükleer) ve Non-İyonizan (Nükleer Olmayan) Radyasyon olmak üzere iki üst başlıkta ele alınabilir. Elektromanyetik radyasyon olarak inceleyeceğimiz iyonize olmayan radyasyondur.



İyonizan Radyasyon (Nükleer Radyasyon)

- Atom ve moleküllerden elektron koparabilen yüksek enerjili ışınlar, gamma ışını yayan radyoaktif maddeler, x ışınları ile bazı morötesi ışınlar vücuda girdiklerinde DNA yapısını bozabilir, kanser gibi bazı hastalıklara yol açabilirler.
- Enerjileri yüksek, frekansları yüksek, dalga boyları küçüktür.
- Meydana gelen kazalar sonucu ortama yayılan nükleer serpintiler buna örnektir.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

Non-İyonizan (Nükleer Olmayan) Radyasyon

- Radyo dalgaları (cep telefonu, baz istasyonları, radyo-TV vericileri, WiFi, bluetooth vb.) kaynaklı işaretler mikro dalgalar, infrared radyasyon, görünürlük ışınlar, lazer ışınları ve ultraviyole ışınlar bunlara örnektir.
- Haberleşme kaynakları yanında, günlük hayatı televizyon, radyo, bulaşık makinesi, mikrodalga fırın, bilgisayarlar, ütü, tasarruflu lambalar gibi ev ve benzeri ortamlarda sürekli iç içe olduğumuz elektrikle çalışan cihazlar iyonize olmayan elektromanyetik radyasyon kaynaklarıdır.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

Uluslararası Kuruluş ve Organizasyonlar

- IEC: International Electrotechnical Commission
- CISPR: International Special Committee on Radio Interference (Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques)
- CENELEC: European Committee for Electrotechnical Standardization (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique)
- FCC: Federal Communications Commission,
- ICNIRP: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
- IAF: International Accreditation Forum
- ILAC: International Laboratory Accreditation Cooperation
- ISO: International Organization for Standardization
- ANSI: American National Standards Institute
- IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

Ulusal Kuruluş ve Organizasyonlar

- TÜRKAK: Türk Akreditasyon Kurumu
- TSE: Türk Standartları Enstitüsü
- BTK: Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

İkinci Dünya Savaşı Öncesi Süreç

- Alan ölçümleri, alıcılar ve diğer donanımla ilgili CISPR raporları (RI 1-8 1934-1939).
- ABD'de radyo frekans işaretlerinin ölçüm metodlarına ilişkin rapor yayımı (1940).
- 0.15-18 MHz bandı için işaret seviyeleri ve ölçüme ilişkin donanım spesifikasyonlarının tanımı.
- Radyo vericileri ve enerji iletim hatları çevresi için pratik alan ölçümleri.
- 160-1605kHz bandında iletim yoluyla bozulmaya ilişkin ölçümlerin prosedürleri.
- Tüm bu işaret seviyelerine ilişkin ölçüm ekipmanlarının tasarıımı ve sınırlı kapsamda da olsa üretimi.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

İkinci Dünya Savaşı Sonrası Süreç (1/2)

- JAN-I-225 bağlılığı ile ilk hava ve kara askeri spesifikasiyonlarının yayımı (20MHz'e kadar C63.1: 1946) sonrasında revizyonlar (30MHz'e kadar C63.2: 1963 1000MHz'e kadar C63.3: 1964)
- MIL-STD-462 (1967) ve MIL-STD-461 (1968) standartlarının yayımı.
- CISPR tarafından sivil alanda da ölçüm teknik ve ekipmanlarının standardizasyonunun geliştirilmesi süreci (30MHz'e kadar 1958, 300MHz'e kadar 1961,) 1000MHz'e kadar 1968).



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

İkinci Dünya Savaşı Sonrası Süreç (2/2)

- CISPR-4 ve CISPR-5 standart dokümanlarının yayımı.
- Ev tipi ekipmanlar için ferrit clamp temelli ölçüm metodunun geliştirilmesi.
- Elektrik iletim hatları, otomotiv, radyo/TV alıcıları ve ev tipi cihazları kaynaklı girişim için sistematik biçimde organize edilmiş teknik dokümanların yayımı.
- Elektromanyetik girişim için ulusal mevzuatların yayımı. (Örnek olarak FCC Rules and Regulations Vol. II. Part 18 for «Industrial, scientific and medical equipments», 1968.



EMC Alanında Kuruluşlar

- EMC konusunda standartları belirleme süreçlerini yöneten temel organizasyonlar söz konusudur:
- CENELEC: European Committee for Electrotechnical Standardization
- IEC: International Electrotechnical Commission
- CISPR: International Special Committee on Radio Interference



Ticari (Sivil) ve Askeri EMC Standartları

- EMC alanındaki standartları hitap ettiği temel alanlar bağlamında Sivil ve Askeri EMC standartları olarak iki temel gruba ayırmak mümkündür.
- EMC standartları sayılan uzman komiteler ve otoritelere belli teknolojik gelişmelere paralel olarak (genel olarak sivil standartlar için) ve ya güvenlik-gizlilik kriterlerine (genel olarak askeri standartlar için) uygun olarak hazırlanır ve yayımlanır.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

Ticari (Sivil) EMC Standartları

- Ticari standartlar sayılan uluslararası otoritelere hazırlanarak yayımlanır.
- Standart belirleme komiteleri doğrudan sektörün içindeki kişilerden bu bağlamda konunun uzmanlarından oluşur.
- Temel olarak Üç tip sivil standarttan söz edilebilir:
 - Temel Standartlar (Basic Standards)
 - Genel Standartlar (Generic Standards)
 - Ürün Standartları (Product Standards)



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

Ticari (Sivil) EMC Standartları

- Avrupa Birliği adayı olan ülkemiz EN (European Norm) olarak ön ebe sahip Avrupa Birliği normu olarak karşılık bulan AB standartlarını temel almaktadır.
- Bu standartlar TSE tarafından önüne TS ön eki konularak TS EN XXXXX biçiminde kodlanır.
- Standartlar genel olarak TSE tarafından yukarıdaki işlem sonrası orijinal dilinde, örnek olarak TS EN 61000-4-3 gibi, birebir yayımlanır ya da TS EN 61000-4-2 gibi orijinal dilinde yayımlanan nüsha sonrası Türkçeye çevrilerek tekrar yayımlanır.
- Geçerliliğini yitiren, iptal edilen, güncellenen vb. TSE tarafından işleme alınan tüm standartlar TSE'nin standartlarla ilgili web sayfasında yayımlanır.
- Aynı zamanda standartların temini için kullanılan bu sistemde genel olarak ücretli olarak temin edilen bu standartların fiyatları da yazmaktadır.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

Askeri EMC Standartları

- EMI'nın öneminin ve etkisinin tartışmasız olduğu askeri alanda buna yönelik standart oluşturma ve geliştirme süreçleri geçtiğimiz yüzyılın ortalarından beri sürmektedir.
- Kara, deniz ve hava alanlarında ortak bir standardın oluşturulmasına yönelik ilk çabaların sonucu 1964 yılında MIL-STD-826 standardının yayımlanması ile sonuç ortaya koydu.
- 1967 yılında MIL-STD-461, MIL-STD-462 ve MIL-STD-463 standartları yayımlandı. MIL-STD-461 gereksinimlere, MIL-STD-462 test ve ölçümlere, MIL-STD-463 tanımlar ve kısaltmalar üzerine kapsam içermektedir.
- 1999 yılında MIL-STD-461D ve MIL-STD-462D birleştirilerek MIL-STD-461E adı ve «Requirements For The Control Of Electromagnetic Interference Characteristics Of Subsystems And Equipment» başlığıyla yayımlanıldı.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

Askeri EMC Standartları

- Güncel versiyon ABD Savunma Bakanlığı tarafından MIL-STD-461F adıyla 2007 yayımlanmıştır.
- Gereklerin sistemler için verildiği standart dokümanı ise MIL-STD-464C adı ve «Electromagnetic Environmental Effects Requirements For Systems» başlığı ile 2010 yılında yayımlandı.
- Bunlar dışında AECTP 500, DEF STAN 59-411, VG 95370, GAM-EG-13 adları ile sırasıyla NATO, İngiltere, Almanya ve Fransa'nın yetkili otoritelerince yayımlanmış askeri standartlar söz konusudur.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

EMC İçin Temel Altyapı

- Fizik
- Elektromanyetik alan ve dalga teorisi
- Devre analizi, sentezi ve benzetimleri
- Elektronik devre elemanları ve tasarımları
- Frekans domeni dönüşümleri
- Haberleşme temelleri
- Anten kuramı
- İşaretler ve sistemler
- RF mikroelektronik ve RF devre tasarımları



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

Avrupa Birliği EMC Yönergeleri

- 2004/108/EC Direktifi: 2004 yılında basılan bu yönerge eskisinin (89/336/EEC) hükmünü kaldırırdı ve 2009 yılı itibarıyle de zorunlu oldu.
- Bu direktif ürünleri cihaz ve sabit kurulum olarak ikiye ayırmakta ve sabit kurulumlar gerekli kriterleri sağlamak zorunda olmakla birlikte CE markalama kapsamı dışında tanımlanmaktadır.
- Bu direktif üreticiye CE markalama konusunda çeşitli kolaylıklar getirmektedir. Uzman kuruluş (competent body) ve atanmış kuruluş (notified body) ayrımı ortadan kaldırılmıştır. Direktifte atanmış kuruluş tanımı olup önceden zorunlu olan uzman kuruluş kaldırılmıştır.
- Üretici üretilen ürünün gerekli güvenlik kriterlerini sağladığını gerçekleştirecek deneylerle sağlanan raporlamayla gösterebileceği gibi hazırlayacağı bir dosya ile de bunu deklare edebilir.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

Avrupa Birliği EMC Yönergeleri

- 2014/30/EU Direktifi: 26 Şubat 2014'te «on the harmonisation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility» bağlılığı ile yayımlanan bu direktifin 20 Nisan 2016 itibarıyle zorunlu olarak uygulanması planlanarak üye ülkelerin elektromanyetik uyumluluk süreçleri konusunda eşgündümü amaçlanmıştır.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

Ürünlerin Piyasaya Girişi ve CE İşareti

- CE işaretinin, Avrupa Birliği'nin (AB), pazara girecek elektronik ürünlerin belirlenen direktiflere yönelik gerekli uygunluk değerlendirme kriterlerinden geçtiğini, bu bağlamda dolaşımının ve satışının uygunluğunu gösteren ve Conformité Européenne ifadesinin baş harflerinden oluşan işaretidir.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

Ürünlerin Piyasaya Girişi ve CE İşareti

- CE markalama Avrupa Birliği için tanınan bir marka olarak ortaya çıkmakla birlikte ABD, Kanada, Avustralya, Japonya gibi ülkeler de bu markalamayı tanırlar. Bu ülkelerin kendi markalamaları da Avrupa Birliği tarafından tanınır.
- Ülkemiz de bu markalamayı tanıtmaktadır.
- CE işaretinin bir onay işaretinin değildir. Bazı özel ürünler dışında üretici deney, test, inceleme vb. çalışmalarını yapmadan kendi deklarasyonu ile ürüne CE işaretini basabilir.
- Burada üreticinin görevi bu sorumluluğu etik ve güven prensiplerini zedelemeyecek biçimde taşımasıdır.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

Ürünlerin Piyasaya Girişi ve CE İşareti

- İnsan faktörü giren her işte olduğu gibi bu konuda da suistimaller olmaktadır.
- Piyasaya sürülen aynı işe yönelik ürünler incelendiği bunların bir bölümünün, markası bilinmeyen ürünlerin ise neredeyse tamamının CE kriterlerini taşımadığı anlaşılmaktadır.
- Ürünün söz konusu temel gerekleri taşımadığı daha sonra yapılan incelemelerle belirlenen çok sayıda tespit mevcut olup, ulusal ve uluslararası düzeyde ürün toplatmalara varan idari ve çeşitli cezalarla sonuçlanan dava süreçleri söz konusudur.



Ürünlerin Piyasaya Girişi ve CE İşareti

- Riskli ürünler için ürünün gerekli kriterleri sağladığı «onaylama» ile gerçekleştirilir.
- Ürünün sahip olduğu risk derecesine de bağlı olarak «onaylanmış kuruluş» tarafından incelenmesi gerekmektedir.
- Bu kuruluşlar ilgili uygunluk incelemeleri konusunda yetkin ve uzman olup yalnızca o konuda yetkilendirilmişlerdir.
- İlgili bakanlık ve Avrupa Birliğiince de tarafından tanınan bu kuruluş tarafından gerçekleştirilerek tamamlanan onay süreci sonunda piyasaya girişi söz konusu olur.



Piyasa Gözetimi ve Ürün Belgeleme

- Ülkemizde CE yasal mevzuatı 24459 sayılı ve 11.07.2001 tarihli resmi gazetede yayınlanan «Ürünler İle İlgilenen Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanun» (4703 sayılı kanun) ile verilmiştir.
- 28213 sayılı ve 23.02.20012 tarihli resmi gazetede yayımlanan CE İşareti Yönetmeliği 4703 sayılı Ürünler İle İlgilenen Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanunun 14 Üncü maddesine göre, Bakanlar Kurulu'nda 16/12/2011 tarihinde kararlaştırılmıştır.
- Kanunun 1. maddesinde birebir yer alan ifadeyle «Bu Kanunun amacı; ürünlerin piyasaya arzı, uygunluk değerlendirmesi, piyasa gözetimi ve denetimi ile bunlarla ilgili olarak yapılacak bildirimlere ilişkin usul ve esasları belirlemektir.»



Türkiye'de Uygulanan Yasal Mevzuat –

Elektromanyetik Uyumluluk

- 29845 sayılı ve 2.10.2016 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan “Elektromanyetik Uyumluluk Yönetmeliği” G26/2/2014 tarihli ve 2014/30/AB sayılı Elektromanyetik Uyumluluk ile ilgili Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi dikkate alınarak Avrupa Birliği mevzuatına uyum çerçevesinde hazırlanmıştır.
- Bu yönetmelik ile 2004/108/EC direktifine paralel olarak hazırlanan “Elektromanyetik Uyumluluk Yönetmeliği” yürürlükten kaldırılmıştır.
- Bu Yönetmeliğin amacı, donanımın elektromanyetik uyumluluğunu düzenlemek ve donanımın yeterli bir elektromanyetik uyumluluk seviyesine uyacak şekilde iç pazarın işleyişini sağlamaktır.



ICNIRP Yönergeleri

- ICNIRP yönergelerinde çok düşük frekans seviyelerinden GHz üstü seviyelere kadar limit değerler yer alır. Bu değerler ölçümler yoluyla elde edilecek değerler açısından aşılmasası gereken seviye için önerilen sınırdır.
- ICNIRP sınır değerleri çeşitli ülkeler tarafından doğrudan ya da bazı değişikliklerle uygulanmaktadır.
- ICNIRP yönergeleri EMU kapsamındaki dokümanlardan farklı olarak cihazların yayınım seviyelerini belirlemez.
- ICNIRP kılavuzları yetişkin ve sağlıklı bir insan temel alınarak oluşturulmuştur. Çocuklar, hamileler, kalp pili ya da farklı elektronik cihazı vücudunda taşıyanlar için ayrı değerlendirme gereklidir.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

ICNIRP 300GHz'e Kadar Limitler -

Mesleki

300GHz'e Kadar Elektrik ve Manyetik Alanların Mesleki Maruziyet İçin Referans Seviyeleri

Frequency range	E-field strength (V m ⁻¹)	H-field strength (A m ⁻¹)	B-field (μT)	Equivalent plane wave power density S_{eq} (W m ⁻²)
up to 1 Hz	—	1.63×10^5	2×10^5	—
1–8 Hz	20,000	$1.63 \times 10^5/f^2$	$2 \times 10^5/f^2$	—
8–25 Hz	20,000	$2 \times 10^4/f$	$2.5 \times 10^4/f$	—
0.025–0.82 kHz	$500/f$	$20/f$	$25/f$	—
0.82–65 kHz	610	24.4	30.7	—
0.065–1 MHz	610	$1.6/f$	$2.0/f$	—
1–10 MHz	$610/f$	$1.6/f$	$2.0/f$	—
10–400 MHz	61	0.16	0.2	10
400–2,000 MHz	$3f^{1/2}$	$0.008f^{1/2}$	$0.01f^{1/2}$	$f/40$
2–300 GHz	137	0.36	0.45	50



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

Halk

300GHz'e kadar Elektrik ve Manyetik Alanların Genel Halk Maruziyeti için Referans Seviyeleri

Frequency range	E-field strength (V m ⁻¹)	H-field strength (A m ⁻¹)	B-field (μT)	Equivalent plane wave power density S_{eq} (W m ⁻²)
up to 1 Hz	—	3.2×10^4	4×10^4	—
1–8 Hz	10,000	$3.2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	—
8–25 Hz	10,000	$4,000/f$	$5,000/f$	—
0.025–0.8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	—
0.8–3 kHz	$250/f$	5	6.25	—
3–150 kHz	87	5	6.25	—
0.15–1 MHz	87	$0.73/f$	$0.92/f$	—
1–10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0.73/f$	$0.92/f$	—
10–400 MHz	28	0.073	0.092	2
400–2,000 MHz	$1.375f^{1/2}$	$0.0037f^{1/2}$	$0.0046f^{1/2}$	$f/200$
2–300 GHz	61	0.16	0.20	10



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

ICNIRP Düşük Frekans Limitler - Mesleki

Zamanla Değişen Elektrik ve Manyetik Alanların Mesleki Maruziyet için Referans Seviyeleri

Frekans Aralığı	Elektrik Alan Şiddeti E (kV/m)	Manyetik Alan Şiddeti (A/m)	Manyetik Akı Yığınluğu B(T)
1 Hz–8 Hz	20	$1.63 \times 10^5/f^2$	$0.2/f^2$
8 Hz–25 Hz	20	$2 \times 10^4/f$	$2.5 \times 10^{-2}/f$
25 Hz–300 Hz	$5 \times 10^2/f$	8×10^2	1×10^{-3}
300 Hz–3 kHz	$5 \times 10^2/f$	$2.4 \times 10^5/f$	$0.3/f$
3 kHz–10 MHz	1.7×10^{-1}	80	1×10^{-4}

Notlar:

- f Hz birimindedir.
- 100 kHz'in üzerindeki frekans değerleri için, ek olarak özel RF referans limitlerinin dikkate alınması gerekmektedir.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

Halk

Zamanla Değişen Elektrik ve Manyetik Alanların Umumi Maruziyet
için Referans Seviyeleri

Frekans Aralığı	Elektrik Alan Şiddeti E(kV/m)	Manyetik Alan Şiddeti (A/m)	Manyetik Akı Yoğunluğu B(T)
1 Hz–8 Hz	5	$3.2 \times 10^4 / f^2$	$3.2 \times 10^{-2} / f^2$
8 Hz–25 Hz	5	$4 \times 10^3 / f$	$5 \times 10^{-3} / f$
25 Hz–50 Hz	5	1.6×10^2	2×10^{-4}
50 Hz–400 Hz	$2.5 \times 10^2 / f$	1.6×10^2	2×10^{-4}
400 Hz–3 kHz	$2.5 \times 10^2 / f$	$6.4 \times 10^4 / f$	$8 \times 10^{-2} / f$
3 kHz–10 MHz	8.3×10^{-2}	21	2.7×10^{-5}

Notlar:

- f Hz birimindedir.
- 100 kHz'in üzerindeki frekans değerleri için, ek olarak özel RF referans limitlerinin dikkate alınması gerekmektedir.



İhtiyatlılık İlkesi

- Bugün birçok ülkede sağlık ve çevre tehdidi gibi ciddi veya geri dönüşümsüz hasarların olabileceği ancak bilimsel belirsizliklerin olduğu durumlarda korunmaya dair tüm önlemlerin alınması ilkesi "İhtiyat İlkesi" olarak kabul edilmiştir.
- EM alanlar ile ilgili olarak bugüne kadar belirlenmiş sağlık etkileri nedeniyle tüm dünyada EM alanlara için de ihtiyat ilkesi ile yaklaşımını ortaya çıkarmıştır.
- İhtiyatlılık ilkesi; Kesin olarak zararsız olduğu ispatlanana kadar bu EM radyasyonun zararlı olabileceği kabul edilerek ona göre gerekli tedbirlerin alınmasıdır.
- Bir başka ifadeyle; "Kanıtın yokluğu yokluğun kanıtı değildir" ilkesinden hareketle sağlık etkisini olmadığı kanıtlanana kadar sağlık etkisi varmış gibi yaklaşılması da önerilmektedir.



İhtiyatlilik İlkesi

- Bu açıdan değerlendirildiğinde yıllar boyunca elektromanyetik alanlara maruz kalan kişilerde söz konusu alanların sağlık açısından ne etki yapacağı önemli bir araştırma konusudur.
- Ayrıca standartlarının oluşturulmasında yalnızca normal insanlar için akut etkiler değil; hamileler, çocuklar ve yaşılılar gibi farklı gruplar dikkate alınmalıdır.
- Ülkemizde uygulanan limitler ve mevzuat bağlamında 17.04.2018 Tarih ve 30394 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanan yönetmelik ile İhtiyat İlkesi kavramı kullanılmıştır.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

Sınır Değerler Yönüyle Türkiye'de Uygulanan Yasal Mevzuat

- Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu tarafından 21.04.2011 Tarih ve 27912 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanan "Elektronik Haberleşme Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddetinin Uluslar arası Standartlara Göre Maruziyet Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Kontrolü ve Denetimi Hakkında Yönetmelik" (Bazı maddeleri Danıştay ilgili dairesince iptal edildi).
- Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu tarafından 9.10.2015 Tarih ve 29497 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanan "Elektronik Haberleşme Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddetinin Uluslar arası Standartlara Göre Maruziyet Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Kontrolü ve Denetimi Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik" çıkarıldı.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

Uygulanan Yasal Mevzuat

- Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu tarafından 17.04.2018 Tarih ve 30394 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “Elektronik Haberleşme Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddetinin Uluslararası Standartlara Göre Maruziyet Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Kontrolü ve Denetimi Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” çıkarılarak 21.04.2011 Tarih ve 27912 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Yönetmelik ve bunda değişiklik yapılmasına dair diğer yönetmeliklerde yer alan sınır değerleri de içeren bazı hükümlerde değişiklikler yapılmıştır.



Sınır Değerler Yönüyle Türkiye'de

Uygulanan Yasal Mevzuat

- Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 24.07.2010 Tarih ve 27651 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonun Olumsuz Etkilerinden Çevre Ve Halkın Sağlığının Korunmasına Yönelik Alınması Gereken Tedbirlere İlişkin Yönetmelik”.



Önemli Maddeler

- MADDE 1 – 21/4/2011 tarihli ve 27912 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Elektronik Haberleşme Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddetinin Uluslararası Standartlara Göre Maruziyet Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Kontrolü ve Denetimi Hakkında Yönetmeliğin başlığı “ELEKTRONİK HABERLEŞME CİHAZLARI GÜVENLİK SERTİFİKASI YÖNETMELİĞİ” şeklinde değiştirilmiştir.



17.04.2018 Tarili Yönetmelik – Bazı

Önemli Maddeler

- MADDE 3 – Aynı Yönetmeliğin 6 ncı maddesinin ikinci fıkrasından sonra gelmek üzere aşağıdaki fıkralar eklenmiş ve Üçüncü fıkra buna göre teselsül ettirilmiştir.
(3) Umuma açık park ve bahçelerde, güvenlik mesafesi hesabında çocuk oyun alanlarının sınırları dikkate alınır.
(4) Baz istasyonları anten ve cihazları, çocuklar için ayrılmış oyun alan sınırlarından en az güvenlik mesafesi kadar uzakta bulunur.
(5) Okul öncesi eğitim ve temel eğitim kurumlarının çok katlı işyeri, alışveriş merkezi ve site gibi binalarda bulunması durumunda o eğitim kurumunun bulunduğu katlarda güvenlik sertifikası alınmasını gerektiren elektronik haberleşme cihazı kurulamaz.
(6) Okul öncesi ve temel eğitim kurumlarının herhangi bir kampüs alanında kurulmuş ve kampüs sınırları haricinde müstakil bahçe duvarının bulunmaması halinde güvenlik mesafesinin sınırı Kurum tarafından yerinde inceleme yapılmak suretiyle belirlenir ve güvenlik sertifikası Kurum Başkanının onayı ile düzenlenir.
(7) Bu maddededeki düzenlemelere aykırı bir durumun olması halinde işletici veya işletmeci tebliğat tarihi itibarı ile söz konusu cihazın faaliyetini durdurarak ivedi olarak gerekli tedbirleri alır. Bu Yönetmeliğe uygunluğun sağlanması kaydıyla Kuruma tekrar güvenlik sertifikası başvurusunda bulunulur.”



Önemli Maddeler

- MADDE 6 – Aynı yönetmeliğin 16 ncı maddesi aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“MADDE 16 – (1) Elektromanyetik alan şiddeti limit değerlerinin belirlenmesinde, insan ve çevre sağlığı dikkate alınarak uluslararası kuruluşlardan Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ile Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (Institute of Electrical and Electronics Engineering-IEEE) ve Uluslararası İyonlaştırmayan Radyasyondan Koruma Komisyonunun (ICNIRP)’nin belirlediği limit değerlerin altında bir limit değer ihtiyatlılık ilkesi göz önünde bulundurulur.

(2) Elektrik alan şiddeti;

- İhtiyatlılık ilkesi çerçevesinde, hücresel sistemlere ortam için izin verilen değer, ICNIRP’nin belirlediği limit değerlerin %70’i hesaplanarak oluşturulan Tablo-1’de yer alan değerleri aşamaz.
- Ayrıca, hücresel sistemler için ilave koruma olarak; aynı emisyon noktasında kurulu bulunan her bir cihaz için ICNIRP’nin belirlediği limit değerlerin %20’si hesaplanarak oluşturulan Tablo-1’de yer alan değerler aşılamaz.



21.04.2011 Tarihli BTK Yönetmeliği Sınır

Değerler – Tablo 1

**İlgili Maddeleri İptal Edilen BTK Yönetmeliği Sınır Değerler
– Tablo 1**

Frekans Aralığı (MHz)	E – alan şiddeti (Vm)		H – Alan şiddeti (A/m)		B – Manyetik Aks Yoğunluğu (μ T)		Eşdeğer Üzlem Dalgı Güç Yoğunluğu (Wh/m ²)	
	Tek cihaz için limit değeri	Ortamın toplam limit değeri	Tek cihaz için limit değeri	Ortamın toplam limit değeri	Tek cihaz için limit değeri	Ortamın toplam limit değeri	Tek cihaz için limit değeri	Ortamın toplam limit değeri
0,010-0,15	22	87	1,3	5	1,5	6,25	-	-
0,15-1	22	87	0,18/π	0,73/π	0,23/π	0,92/π	-	-
1-10	22/π^*	87/π^*	0,18/π	0,73/π	0,23/π	0,92/π	-	-
10-400	7	28	0,02	0,073	0,023	0,092	0,125	2
400-2 000	0,341/π^*	1,375/π^*	0,0009/π^*	0,0037/π^*	0,001/π^*	0,0046/π^*	13 200	1200
2 000-60 000	15	61	0,04	0,16	0,05	0,2	0,525	10



9.10.2015 Tarihli BTK Yönetmeliği Sınır

Değerler

Frekans Aralığı (MHz)	E-alan şiddeti (V/m)		H-Alan şiddeti (A/m)	
	Tek cihaz için limit değeri	Ortam için limit değeri	Tek cihaz için limit değeri	Ortam için limit değeri
0,010-0,15	19,3	65,25	1,1	3,75
0,15-1	19,3	65,25	0,16/f	0,54/f
1-10	19,3/f ^{1/2}	65,25/ f ^{1/2}	0,16/f	0,54/f
10-400	6,2	21	0,016	0,054
400-2 000	0,305f ^{1/2}	1,03 f ^{1/2}	0,00082 f ^{1/2}	0,0027 f ^{1/2}
2 000-60 000	13,5	45,75	0,035	0,12



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

17.4.2018 Tarihli BTK Yönetmeliği Sınır

Değerler

Güncel BTK Yönetmeliği Sınır Değerler

Frekans Aralığı (MHz)	E-alan şiddeti (V/m)	
	Tek cihaz için limit değeri	Ortam için limit değeri
0,010-0,15	19,3	65,25
0,15-1	19,3	65,25
1-10	19,3/f ^{1/2}	65,25/ f ^{1/2}
10-400	6,2	21
400-789	0,305f ^{1/2}	1,03 f ^{1/2}
790-2000	0,275f ^{1/2}	0,96 f ^{1/2}
2000-94000	12,3	42,93



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

Değerler – FM-GSM Bandı

21.04.2011 Tarihli BTK Yönetmeliği Sınır Değerler – Radyo-TV, GSM Bandı

Radyo-TV - GSM vericileri	Elektrik Alan Şiddeti (V/m)		Manyetik Alan Şiddeti (A/m)	
	Tek bir cihaz için	Ortamın toplamı için	Tek bir cihaz için	Ortamın toplamı için
Radyo-TV (10-400MHz)	7	28	0,02	0,073
VODAFONE (900MHz)	10,23	41,25	0,027	0,111
TURKCELL (900MHz)	10,23	41,25	0,027	0,111
AVEA (1800MHz)	14,47	58,34	0,038	0,157
3G (Her Üç Operatör) (2100MHz)	15	61	0,04	0,16



9.10.2015 Tarihli BTK Yönetmeliği Sınır

Değerler – FM-GSM Bandı

9.10.2015 Tarihli BTK Yönetmeliği Sınır Değerler – Radyo-TV, GSM Bandı

Radyo-TV - GSM vericileri	Elektrik Alan Şiddeti (V/m)		Manyetik Alan Şiddeti (A/m)	
	Tek bir cihaz için	Ortamın toplamı için	Tek bir cihaz için	Ortamın toplamı için
Radyo-TV (10-400MHz)	6,2	21	0,016	0,054
VODAFONE (900MHz)	9,15	30,9	0,0246	0,081
TURKCELL (900MHz)	9,15	30,9	0,0246	0,081
AVEA (1800MHz)	12,94	43,70	0,0348	0,1146
3G (Her Üç Operatör) (2100MHz)	13,5	45,75	0,035	0,12



Değerler – FM-GSM Bandı

17.04.2018 Tarihli BTK Yönetmeliği Sınır Değerler – Radyo-TV, GSM Bandı

Radyo-TV - GSM vericileri	Elektrik Alan Şiddeti (V/m)	
	Tek bir cihaz için	Ortamın toplamı için
Radyo-TV (10-400MHz)	6,2	21
4.5G (800MHz)*	7,78	27,15
2G (900MHz)	8,25	28,8
2G (1800MHz)	11,67	40,73
3G (2100MHz)	12,3	42,93
4.5G (2600MHz)*	12,3	42,93



BTK Yönetmeliği - Güvenlik Mesafesi

- Güvenlik mesafesi antenin bakiş yönünden itibaren yaşam alanının bulunmaması gereken mesafeyi ifade etmektedir.
- Antene uzaklığı bu mesafenin altında bile olsa anten bakiş yönü dışında kalan alanlar ve anten bakiş yönü her ne olursa olsun bu mesafeden daha fazla uzaklıklar yaşam alanının bulunabileceği mesafeyi ifade eder.
- Güvenlik mesafesi hesabı:

$$d = \frac{\sqrt{30 \cdot P \cdot 10^{\frac{G}{10}}}}{E}$$



Sınır Değerler – Tablo 1

Ek-1

Tablo-1: 0 Hz- 300 GHz Frekans Bantlarındaki Elektrik, Manyetik ve Elektromanyetik Alanlar İçin Limit Değerler

Frekans Aralığı f(Hz)	Elektrik Alan Şiddeti E(V/m)	Manyetik Alan Şiddeti H (A/m)	Manyetik Aki Yoğunluğu B (µT)	Eşdeğer Düzlem Dalga Güç Yoğunluğu Seq (W/m ²)
1Hz'e kadar	-	32 000	40 000	-
1 Hz-8 Hz	10 000	32 000/f ²	40 000/f ²	-
8 Hz-25 Hz	10 000	4 000/f	5 000/f	-
0.025 kHz-0.8 kHz	750/f	8/f	10/f	-
0.8 kHz-3 kHz	250/f	5	6.25	-
3kHz-150kHz	87	5	6.25	-
0.15 MHz - 1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	-
1 MHz -10 MHz	87/f ^{1/2}	0,73/f	0,92/f	-
10 MHz - 400 MHz	28	0,073	0,092	2
400 MHz - 2000 MHz	1,375 f ^{1/2}	0,0037 f ^{1/2}	0,0046 f ^{1/2}	f/200
2 GHz -300 GHz	61	0,16	0,20	10

Frekans (f); frekans aralığı sütununda belirtildiği gibidir.(Formülde frekans değeri yazılrken, frekans aralığı sütununda belirtilen frkans birimi dikkate alınacaktır.)



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

Çevre ve Orman Bakanlığı Yönetmeliği

Sınır Değerler – Tablo 2

Çevre ve Orman Bakanlığı Yönetmeliği Sınır Değerler – Tablo 2

Tablo 2: Elektronik Haberleşme Cihazları İçin 10 kHz-60 GHz (0,010 MHz-60 000 MHz) Frekans Bantlarındaki Elektrik ve Manyetik Alanlar İçin Limit Değerler

Frekans Aralığı (MHz)	E-alan şiddeti (V/m)		H – Alan şiddeti (A/m)		B – Manyetik Aki Yoğunluğu (µT)		Eşdeğer Düzlem Dalga Güç Yoğunluğu (W/m ²)	
	Tek cihaz için limit değeri	Ortamın toplam limit değeri	Tek cihaz için limit değeri	Ortamın toplam limit değeri	Tek cihaz için limit değeri	Ortamın toplam limit değeri	Tek cihaz için limit değeri	Ortamın toplam limit değeri
0,010-0,15	22	87	1,3	5	1,5	6,25	-	-
0,15-1	22	87	0,18/f	0,73/f	0,23/f	0,92/f	-	-
1-10	22f ^{1/2}	87f ^{1/2}	0,18/f	0,73/f	0,23/f	0,92/f	-	-
10-400	7	28	0,02	0,073	0,023	0,092	0,125	2
400-2 000	0,341 f ^{1/2}	1,375 f ^{1/2}	0,0009 f ^{1/2}	0,0037 f ^{1/2}	0,001 f ^{1/2}	0,0046 f ^{1/2}	f/3 200	f/200
2 000-60 000	15	61	0,04	0,16	0,05	0,2	0,625	10

f= frekans (MHz)



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

•

Referanslar*

- William H. Hayt, Jr., John A. Buck, Engineering Electromagnetics, McGraw-Hill, 2001.
- Richard G Carter, Electromagnetism For Electronic Engineers, Richard G Carter & Ventus Publishing ApS 2009.
- Nathan Ida Engineering Electromagnetics, Springer 2000.
- Ali M. Niknejad, Electromagnetics For High-Speed Analog And Digital Communication Circuits, Cambridge University Press 2007.
- Bhang Guru, Hüseyin Hiziroğlu, Electromagnetic Field Theory Fundamentals, Cambridge University Press, 2004.
- Herbert C Neff, Introductory Electromagnetics, John Wiley & Sons, 1991.
- Karl Lonngren, Sava Savov, Fundamentals of Electromagnetics with MATLAB.
- E. J. Rothwell, M. J. Cloud, Electromagnetics, CRC Press 2000.
- Günther Lehner, Electromagnetic Field Theory for Engineers and Physicists, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010.
- Paul Lorrain, Dale Corson, Electromagnetic Fields and Waves, W. H Freeman and Company, 1988.
- Rajeev Bansal, Engineering Electromagnetics Applications, Taylor & Francis Group, LLC, 2006.
- G. G. Raju, Dielectrics in Electric Fields , Marcel Dekker Inc., 2003.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

Referanslar*

- Clayton R. Paul, Introduction to Electromagnetic Compatibility, 2nd edition, John Wiley & Sons.
- V. Prasad Kodali, Engineering electromagnetic compatibility: principles, measurements, technologies, and computer models, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2001.
- N. Ari, Ş. Özén, Elektromanyetik Uyumluluk, Palme Yayıncılık, 2008.
- Christos Christopoulos, Principles and Techniques of Electromagnetic Compatibility, Second Edition, CRC Press Taylor & Francis Group, 2007.
- Mark I. Montrose, Edward M. Nakachi, Testing For Emc Compliance, Approaches And Techniques, IEEE Press, A John Wiley & Sons, Inc., Publication, 2004.
- L. Sevgi, Tasarımdan Piyasaya Elektromanyetik Uyumluluk, Okan Üniversitesi Yayınları, 2015.
- Fatih Üstüner, TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü, EMC Kurs Notları.
- Henry W. Ott, Electromagnetic Compatibility Engineering, John Wiley & Sons, 2009.
- Sonia Dhaï, Mohamed Ramdani, Etienne Sciard, Electromagnetic Compatibility of Integrated Circuits, Springer Science Business Media, Inc, 2006.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

Referanslar*

- Terence Rybak, Mark Steffka, Automotive Electromagnetic Compatibility, Kluwer Academic Publishers, 2004.
- Tim Williams, EMC for Product Designers 3E, Newnes, 2001.
- Timothy M. Ozenbaugh, Richard Lee Pullen, EMI Filter Design 3E, CRC Press, 2012 - SAU-CRC.
- Ron Schmitt, Electromagnetics Explained - A Handbook For Wireless And Rf, Emc And High-Speed Electronics, Elsevier Science, 2002.
- Behzad Razavi, RF Microelectronics, Prentice Hall, 1998.
- Constantine A. Balanis, John Wiley & Sons, Inc 2005.
- Sophocles J. Orfanidis, Electromagnetic Waves and Antennas, 2004.
- Joseph F. White, An Introduction to RF and Microwave Engineering, John Wiley & Sons, 2004.
- David M. Pozar, Microwave Engineering 2. Edition, John Wiley & Sons, 1998.
- Richard Lee Ozenbaugh, Timothy M. Pullen, EMI Filter Design, CRC Press 2012.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

Referanslar*

- James C. Lin, Advances in Electromagnetic Fields in Living Systems Vol 4, Springer 2005.
- Riadh W. Y. Habash, Bioeffects and Therapeutic Applications of Electromagnetic Energy, CRC Press Taylor & Francis Group 2008.
- F. S. Barnes, B. Greenebaum, Handbook of Biological Effects of Electromagnetic Fields 3th Ed. Biological and Medical Aspects of Electromagnetic Fields, Taylor & Francis Group, LLC 2007.
- Sedra, A.L., Smith, K.C., Microelectronic Circuits, 6th edn, Oxford University Press, 2004.
- A. Ferikoglu, O. Çerezci, M. Kahriman, S. C. Yener, IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters. 13, 903, (2014).
- H. Seker, S. Yener, C. Bindal, A. O. Kurt, Journal of International Scientific Publications: Materials, Methods & Technology. 7, (2013).
- O. Cerezci, S. Seker, Ş. Yener, B. Kanberoğlu, and M. H. Nişancı, Ev, Ofislerde GSM Frekanslı Radyasyondan Bireysel Korunma, EMANET, Yıldız Teknik Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul, (2013), 372-376



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

Referanslar*

- TS EN 50413, Fibre organisers and closures to be used in optical fibre communication systems – Product specifications - Part 2-5: Sealed closures for air blown fibre microduct, type 1, for category S & A, İnsanların elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanlara (0 hz - 300 ghz) maruz kalması ile ilgili ölçmeler ve hesaplama işlemlerine ait temel standard, Ocak 2010.
- TS EN 55011, Industrial, scientific and medical equipment - Radio-frequency disturbance characteristics - Limits and methods of measurement (CISPR 11:2009, modified), Sanayi, bilimsel ve tıbbi donanım - Radyofrekans bozulma karakteristikleri – Sınır değerleri ve ölçme yöntemleri (CISPR 11:2009, değiştirilmiş), Mart 2010.
- TS EN 55014-1, Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus - Part 1: Emission (CISPR 14-1:2005), Elektromanyetik uyumluluk-Ev ve benzeri yerlerde kullanılan aygıtlar, elektrikli aletler ve benzeri cihazlar için kurallar- Bölüm 1: Yayılım (CISPR 14-1:2005), Temmuz 2007.
- TS EN 55014-2/A2, Electromagnetic compatibility - Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus - Part 2: Immunity - Product family standard ((CISPR 14-2:1997/A2:2008)) Elektro manyetik uyumluluk- Ev aletleri, elektrikli aletler ve benzeri cihazlar için özellikler bölüm 2: Bağışıklık - Ürün aile standarı ((CISPR 14-2:1997/A2:2008)), Ocak 2010.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

Referanslar*

- TS EN 55016-1-1, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Measuring apparatus (CISPR 16-1-1:2006) Radyo rahatsızlığı için özellik standartı ve bağışıklık ölçme aparatı ve metodları - Bölüm 1-1: Radyo rahatsızlığı ve bağışıklık ölçme aparatı - Ölçme aparatı (CISPR 16-1-1:2006) Haziran 2010.
- TS EN 55016-1-2, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Coupling devices for conducted disturbance measurements (CISPR 16-1-2:2014), Radyo bozulma ve bağışıklık ölçme cihazları ve yöntemleri için standart - Bölüm 1-2: Radyo bozulma ve bağışıklık ölçme cihazları - İletim yoluyla yayılan bozulmalar için kuplaj elemanları (CISPR 16-1-2:2014) Ekim 2014.
- TS EN 55022, Information technology equipment - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement (CISPR 22:2008, modified), Bilgi teknolojisi cihazı - Radyo bozulma karakteristikleri - Ölçme sınır değerleri ve yöntemleri (CISPR 22:2008, değiştirilmiş) Ocak 2012.
- TS EN 61000-3-2, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase) (IEC 61000-3-2:2014), Elektromanyetik uyumluluk (EMU) - Bölüm 3-2: Sınır değerler - Harmonik akım yayınımları için sınır değerler (faz başına cihaz giriş akımı ≤ 16 A) (IEC 61000-3-2:2014) Ekim 2014



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

Referanslar*

- TS EN 61000-3-3, Electromagnetic compatibility (EMC) -- Part 3-3: Limits - Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection (IEC 61000-3-3:2013), Elektromanyetik uyumluluk (emu) - Bölüm 3-3: Sınırlar - Faz başına beyan akımı ≤ 16 A olan ve şartlı bağlantıya tabi olmayan donanım için genel alçak gerilim besleme sistemlerindeki gerilim değişiklikleri, gerilim dalgalanmaları ve kirpişma ile ilgili sin (IEC 61000-3-3:2013) Şubat 2014.
- TS EN 61000-3-11, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-11: Limits - Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low - voltage supply systems - Equipment with rated current ≤ 75 A and subject to conditional connection, ELEKTROMANYETİK UYUMLULUK (EMU) - BÖLÜM 3-11: Sınır Değerler - Düşük Gerilimli Şehir Şebekesi Besleme Sistemlerindeki Gerilim Değişimleri, Gerilim Dalgalanmaları Ve Kirpişma Sınır Değerleri- Beyan Akımı ≤ 75 A Olan Ve Bağlantısı Şarta Dayalı Donanım Mart 2003.
- TS EN 61000-3-12:2011, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-12: Limits - Limits for harmonic currents produced by equipment connected to public lowvoltage systems with input current > 16 A and ≤ 75 A per phase, Elektromanyetik Uyumluluk (Emu) - Bölüm 3-12: Sınır Değerler - Faz Başından 16 A Ve 75 A Giriş Akımı Alçak Gerilim Sistemlerine Bağlanan Cihazın Neden Olduğu Harmonik Akımlar İçin Sınır Değerler, Nisan 2012.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

Referanslar*

- TS EN 61000-4-1, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-1: Testing and measurement techniques - Overview of Temmuz 2007 Elektromanyetik Uyumluluk (EMU) - Bölüm 4-1: Deney Ve Ölçme Teknikleri - IEC 61000-4 Serisine Genel Bakış, Temmuz 2007.
- TS EN 61000-4-2, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic ischarge immunity test (IEC 61000-4-2:2008), Elektromanyetik uyumluluk (EMU) – Bölüm 4-2: Deneyler ve ölçme teknikleri – Elektrostatik boşalma bağışıklık deneyi (IEC 61000-4-2:2008), Ocak 2011.
- TS EN 61000-4-3, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-3: Testing and measurement techniques - Radiated, radio- frequency, electromagnetic field immunity test (IEC 61000-4-3:2006), Elektromanyetik uyumluluk (emu)-Bölüm 4-3: Deney ve ölçme teknikleri-Işıyan, radyo frekans, elektromanyetik alan, bağışıklık deneyi (IEC 61000-4-3:2006), Ekim 2006.
- TS EN 61000-4-4, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-4: Testing and Measurement techniques-Electrical fast transient/burst immunity test (IEC 61000-4-4:2012), Elektromanyetik uyumluluk (EMU) - Bölüm 4-4: - Deney ve ölçme teknikleri - Elektriksel hızlı geçici rejim/patlama bağışıklık deneyi (IEC 61000-4-4: 2012), Haziran 2013.
- TS EN 61000-4-5, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-5: Testing and Measurement techniques - Surge immunity test (IEC 61000-4-5:2014), Elektromanyetik uyumluluk (EMU) - Bölüm 4-5: Deney ve ölçme teknikleri - Darbe bağışıklık deneyi (IEC 61000-4-5: 2014), Ekim 2014.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

Referanslar*

- TS EN 61000-4-6, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-6: Testing and measurement techniques - Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields (IEC 61000-4-6:2013), Elektromanyetik uyumluluk (EMU) - Bölüm 4-6: Deney ve ölçme teknikleri - Radyo frekans alanlar tarafından endüklenen iletişim yoluyla yayılan bozulmalara karşı bağışıklık (IEC 61000-4-6:2013), Nisan 2014.
- TS EN 61000-4-7/A1, Electromagnetic compatibility (EMC) - Testing and measurement techniques - General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto (IEC 61000-4-7:2002/A1:2008), Elektromanyetik uyumluluk (EMU) - Deney ve ölçme teknikleri - Harmonik ve ara harmonik ölçmeler ve enstrümantasyon - Güç besleme sistemleri ve bunlara bağlanan donanım için (IEC 61000-4-7:2002/A1:2008), Ocak 2010.
- TS EN 61000-4-8, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-8: Testing and measurement techniques - Power frequency magnetic field immunity test, Elektromanyetik Uyumluluk (EMU) Bölüm 4-8: Deney Ve Ölçme Teknikleri - Şebeke Frekanslı Manyetik Alan Bağışıklık Deneyi, Mart 2010.
- TS EN 61000-4-9, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-9: Testing and measurement techniques - Pulse magnetic field immunity test, Elektromanyetik Uyumluluk (EMU) - Bölüm 4-9: Deney Ve Ölçme Teknikleri - Darbe Şeklinde Manyetik Alan Bağışıklık Deneyi, Nisan 2004.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

Referanslar*

- TS EN 61000-4-10, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-10: Testing and measurement techniques - Damped oscillatory magnetic field immunity test, Elektromanyetik Uyumluluk (EMU) - Bölüm 4-10: Deney Ve Ölçme Teknikleri - Sönümlü Osilasyonlu Manyetik Alan Bağışıklık Deneyi, Nisan 2004.
- TS EN 61000-4-11, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-11: Testing and measurement techniques - Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests, Elektromanyetik Uyumluluk (EMU) - Bölüm 4-11: Deney Ve Ölçme Teknikleri - Gerilim Çukurları, Kısa Kesintiler Ve Gerilim Değişimeleri İle İlgili Bağışıklık Deneyleri, Ekim 2006.
- TS EN 61000-4-13, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-13: Testing and measurement techniques - Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low frequency immunity tests (IEC 61000-4-13:2002), Elektromanyetik uyumluluk (EMU) - bölüm 4-13 : Deney ve ölçme teknikleri - A.a. enerji ucunda enerji şebeke işaretleşmesini içeren harmonikler ve ara-Harmonikler - Düşük frekans bağışıklık deneyleri (IEC 61000-4-13:2002), Kasım 2002.
- TS EN 61000-6-1, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-1: Generic standards - Immunity for residential, commercial and lightindustrial Environments, ELEKTROMANYETİK UYUMLULUK (EMU) - BÖLÜM 6-1: GENEL ÖZELLİK STANDARDI - MESKEN, TİCARİ VE HAFİF SANAYİ ORTAMLARI İÇİN BAĞIŞIKLIK, Mart 2011.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

Referanslar*

- TS EN 61000-6-2, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments, ELEKTROMANYETİK UYUMLULUK (EMU) - BÖLÜM 6-2: GENEL STANDARDLAR - ENDÜSTRİYEL ÇEVRELER İÇİN BAĞIŞKLIK, Nisan 2006.
- TS EN 61000-6-3, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-3: Generic standards - Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments (IEC 61000-6-3:2006), Elektromanyetik uyumluluk (EMU) - Bölüm 6-3: Genel standardlar - Yerleşim, ticari ve hafif sanayi ortamları için yayının standarı (IEC 61000-6-3: 2006), Temmuz 2007.
- TS EN 61000-6-4, Electromagnetic compatibility (EMC) -Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments (IEC 61000-6-4:2006), Elektromanyetik uyumluluk (EMU) - Bölüm 6-4: Genel standardlar - Endüstriyel ortamlar için yayının standarı (IEC 61000-6-4:2006), Temmuz 2007.
- TS EN 55015, Limits and methods of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment (CISPR 15:2013 + IS1:203 + IS2:2013), Elektrikli aydınlatma ve benzeri donanımın radyo bozulma karakteristiklerinin sınır değerleri ve ölçme yöntemleri (CISPR 15:2013 + IS1:203 + IS2:2013), Şubat 2014.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

Referanslar*

- ICNIRP Guidelines, Guidelines For Limiting Exposure To Time-Varying Electric, Magnetic, And Electromagnetic Fields (Up To 300 GHz), Health Physics 74 (4), pp 494-522, 1998.
- ICNIRP Guidelines, For Limiting Exposure To Time-varying Electric And Magnetic Fields (1 Hz – 100 kHz), HEALTH PHYSICS 99(6):818-836; 2010.
- WHO report, International Agency for Research on Cancer. Interphone study reports on mobile phone use and brain cancer risk, 2010.
- European Commission Report, Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks, Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health, 2009. SCENIHR.
- ECC/REC/(02)04, Electronic Communications Committee (ECC) within the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT), MEASURING NON-IONISING ELECTROMAGNETIC RADIATION (9 kHz – 300 GHz).
- MIL-STD-461F, REQUIREMENTS FOR THE CONTROL OF ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE CHARACTERISTICS OF SUBSYSTEMS AND EQUIPMENT, 10 December 2007.
- MIL-STD-464C, ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTAL EFFECTS REQUIREMENTS FOR SYSTEMS, 1 December 2010.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

Referanslar*

- <https://www.narda-sts.com/en/>
- https://www.rohde-schwarz.com/home_48230.html
- <http://www.ets-lindgren.com/>
- <https://www.advantest.com/>
- <http://www.emtest.com/home.php>
- <http://www.chromausa.com/instruments/dc-power-supplies/>
- <http://www.emc-partner.com/>
- <http://www.frankoniagroup.com/cms/>
- <http://www.eccosorb.eu/>
- <https://www.cst.com/>
- <http://www.tek.com/>
- <http://teledynelecroy.com/>



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk

Referanslar*

- Resmî Gazete, Elektromanyetik Uyumluluk Yönetmeliği (2014/30/AB), Sayı : 29845, 2 Ekim 2016.
- Resmî Gazete, Elektronik Haberleşme Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddetinin Uluslararası Standartlara Göre Maruziyet Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Kontrolü Ve Denetimi Hakkında Yönetmelik, Sayı : 27912, 21 Nisan 2011.
- Resmî Gazete, Elektronik Haberleşme Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddetinin Uluslararası Standartlara Göre Maruziyet Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Kontrolü Ve Denetimi Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, Sayı : 30394, 17 Nisan 2018
- Resmî Gazete, Elektronik Haberleşme Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddetinin Uluslararası Standartlara Göre Maruziyet Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Kontrolü Ve Denetimi Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, Sayı : 29497, 9 Ekim 2015.
- Resmî Gazete, İyonlaştırcı Olmayan Radyasyonun Olumsuz Etkilerinden Çevre Ve halkın Sağlığını Korunmasına Yönelik Alınması Gereken Tedbirlere İlişkin Yönetmelik, 24 Temmuz 2010 Sayı : 27651.
- Elektromanyetik Alanlar ve Sağlık Etkileri Yard. Doç. Dr. Alpaslan Türkkan, Prof. Dr. Kayihan Pala, Prof. Dr. Osman Çerezci. Nilüfer Belediyesi yayını 2012.

*: Yalnızca bu sunum için değil, ders kapsamında hazırlanan tüm sunumlara ait referanslar listelenmiştir. Sunumlarda kullanılan şekillerden bazıları tamamen özgün, bazıları referanslardan doğrudan alınmış ya da alınarak yeniden çizilmiştir.



• Doç. Dr. Ş. Çağrı YENER

EEM 465 – Elektromanyetik Uyumluluk