

EGE ÜNİVERSİTESİ
YAPISAL KABLOLAMA (DATA ve FİBER OPTİK)
YÖNETMELİĞİ

Hazırlayanlar:

Çağatay KILINÇ

Gökhan YILMAZ

2025, Bornova / İZMİR

1. AMAÇ VE KAPSAM

Bu yönetmelik, Ege Üniversitesi'nin dijital altyapısını geleceğin teknolojik gereksinimlerine hazırlamak üzere uyulması zorunlu stratejik çerçeveyi tesis eder. 2004 tarihli önceki belgenin üzerine inşa edilen bu güncelleme, artan bağlantı yoğunluğu, Nesnelerin İnterneti (IoT) ve yüksek bant genişliği gerektiren akademik ve idari uygulamaların getirdiği yeni zorunluluklara kesin çözümler getirmek amacıyla hazırlanmıştır. Üniversitenin 2025–2035 dönemi teknoloji vizyonu olan Gigabit ve üzeri hızlarda kesintisiz erişimi tüm yerleşkelerde standart hale getirmek, bu yönetmeliğin temel amacıdır. Bu yönetmelik ile tanımlanan standartlar, Ege Üniversitesi'nin ağ altyapısını yalnızca bugünün ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde değil, aynı zamanda gelecekteki teknolojik atılımlara adapte olabilecek esneklik ve kapasitede inşa etmek için bir yol haritası niteliğindedir.

Yönetmeliğin amacı, Ege Üniversitesi yerleşkeleri içindeki tüm bina içi ve binalar arası veri (bakır) ve fiber optik iletişim altyapısının planlanması, kurulması ve işletilmesi için uyulması zorunlu olan teknik standartları, tasarım prensiplerini ve uygulama prosedürlerini belirlemektir.

Kapsam, üniversitenin tüm akademik ve idari birimlerinde gerçekleştirilecek yeni bina kurulumları, mevcut binalardaki kapsamlı altyapı tadilatları ve Bilgi İşlem Daire Başkanlığı (BİDB) Ağ ve SOME Grubu tarafından yürütülen planlı altyapı yükseltme projelerinin tamamını içerir.

Ege Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığı (BİDB) Ağ ve SOME Grubu, bu yönetmelikte belirtilen standartların uygulanmasından, denetlenmesinden ve güncel tutulmasından sorumlu merkezi otoritedir. Üniversite içerisinde bu yönetmelik kapsamında gerçekleştirilecek tüm projelerde, mimarlar, proje yöneticileri ve yüklenici firmalar, projenin tasarım ve uygulama aşamalarında BİDB Ağ ve SOME Grubu ile tam bir koordinasyon içinde çalışmak ve gerekli onayları almak zorundadır.

Bu yönetmelikte referans alınan uluslararası teknik standartlar, kurulacak altyapının performans, güvenilirlik ve uzun ömürlülüğünün temelini oluşturmaktadır.

2. STANDARTLAR

Standartlara uyum, bir ağ altyapısının performansını, güvenilirliğini ve farklı üreticilere ait bileşenlerin birbiriyle sorunsuz çalışmasını (interoperabilite) garanti altına alan temel bir disiplindir. Bu yönetmelik ile zorunlu kılınan standartlar, tedarikçi bağımlılığını (vendor lock-in) ortadan kaldırır, performans darboğazlarını öngörülebilir şekilde engeller ve altyapı yatırımlarının teknolojik eskimeye karşı korunmasını temin eder. Bu nedenle, Ege Üniversitesi'nde kurulacak olan tüm yapısal kablolama altyapısı, projenin her aşamasında uluslararası kabul görmüş en güncel standartları referans almak zorundadır.

Tüm yapısal kablolama bileşenleri ve kurulum pratikleri için aşağıdaki uluslararası standartlar temel referans olarak kabul edilecektir:

- **Genel Kablolama:**

- ISO/IEC 11801: Bilgi teknolojisi – Genel amaçlı telekomünikasyon kablolama sistemleri.
- ANSI/TIA-568-C/D Serisi: Ticari binalar için telekomünikasyon kablolama standartları.
- EN 50173 / EN 50174: Avrupa bilgi teknolojisi kablolama standartları ve kurulum pratikleri.

- **Ethernet Standartları:**

- IEEE 802.3: 1G (Gigabit), 10G, 40G ve 100G Ethernet standartlarını içeren ve ağ aktif cihazlarıyla tam uyumluluğu tanımlayan standartlar bütünü.

- **Yangın Güvenliği:**

- IEC 60332: Kabloların alev altında yayılım testleri, özellikle LSZH (Düşük Dumanlı Halojensiz Malzeme) gereklilikleri için esastır.

- **Fiber Optik (F/O):**

- ITU-T G.652.D: Düşük su tepeciğine sahip, geniş bant iletimine uygun tek modlu (Single Mode) fiber standardı.
- ITU-T G.657: Bükülmeye karşı daha az hassas, özellikle bina içi ve abone bağlantılarında kullanılan fiber standardı.

Bu standartlar listesi, projelerin genel mantığını ve bir sonraki bölümde detaylandırılacak olan temel tasarım prensiplerini şekillendiren teknik omurgayı oluşturur.

3. GENEL PRENSİPLER

Bu bölüm, yönetmeliğin temel felsefesini ve mimari yaklaşımını ortaya koymaktadır. Altyapı projelerinin yaşam döngüsünün üç ana fazda ele alınması (Keşif, Tasarım, Kurulum), süreç yönetiminde bir devamlılık ve kurumsal hafıza tutarlılığı sağlar. Bu yapı, projenin her adımının sistematik ve öngörülebilir bir şekilde yönetilmesine olanak tanır.

Genel Tasarım Prensipleri

Üniversitenin ağ altyapısının mimari omurgasını oluşturan temel ilkeler aşağıda tanımlanmıştır:

- **Dağıtık Yıldız Topolojisi:** Kablolama dağıtımı, hem bina içinde hem de binalar arasında, yönetim ve arıza tespitini kolaylaştıran dağıtık bir yıldız topolojisi ile yapılacaktır.
- **Bakır Altyapının Rolü:** Bakır (UTP) altyapı, yalnızca erişim katmanında, yani son kullanıcı veri prizinden bulunduğu kattaki veya bölgedeki ara toplanma merkezine (IDF - Intermediate

Distribution Frame) kadar olan yatay kablolama için kullanılacaktır.

- **Fiber Optik Önceliği:** Tüm omurga (binalar arası) ve dikey (bina içi katlar arası) bağlantılar, yüksek bant genişliği, elektromanyetik gürültüye karşı dayanıklılık ve geleceğe uyumluluk avantajları nedeniyle zorunlu olarak fiber optik teknolojisi ile tesis edilecektir.

Bu genel mimari prensipler, projenin ilk ve en önemli adımı olan keşif sürecine rehberlik ederek, sahadan toplanacak verilerin doğru ve amaca yönelik olmasını sağlar.

4. KEŞİF

Keşif fazı, başarılı bir altyapı projesinin temelini oluşturur. Doğru bir tasarım ve bütçelendirme için gerekli olan tüm kritik veriler bu aşamada titizlikle toplanır ve belgelenir. Bu süreç, sadece mevcut ihtiyaçların değil, aynı zamanda gelecekteki potansiyel büyüme ve teknolojik değişimlerin de öngörülmesini hedefler.

Keşif sürecinde belirlenmesi gereken kritik unsurlar şunlardır:

- **Aktif/Pasif Uç Sayıları ve Konumları:** Ağa bağlanacak tüm mevcut ve planlanan cihazların (bilgisayar, IP telefon, kablosuz erişim noktası, IP kamera, vb.) ve gelecekteki potansiyel bağlantı noktalarının sayısı ve fiziksel konumları hassasiyetle tespit edilmelidir. Bu, gerekli port kapasitesinin doğru planlanması için hayati önem taşır.
- **Yatay (Bakır) ve Dikey (Fiber) Güzergâhlar:** Kablo kanalları, tavaları, şaftları ve boruların geçeceği en uygun, en kısa ve en güvenli yolların belirlenmesi gerekmektedir. Güzergâh planlamasında, güç hatları, flüoresan aydınlatma balastları ve büyük elektrik motorları gibi potansiyel elektromanyetik girişim (EMI) kaynaklarından, EN 50174 standardında belirtilen asgari ayırma mesafelerine uyulmasına azami özen gösterilmelidir.
- **Ara Toplanma Merkezleri (IDF) ve Ana Merkez (MDF):** Katlardaki veya binalardaki yatay kabloların toplanacağı Ara Toplanma Merkezleri (IDF) ile tüm altyapının merkezi olan Ana Dağıtım Merkezi'nin (MDF - Main Distribution Frame) yerleri, kablo mesafelerini optimize edecek ve fiziksel güvenliği sağlayacak şekilde stratejik olarak seçilmelidir.
- **Fiber Optik Yedeklilik Mimarisi:** Ağın kesintisiz çalışmasını sağlamak, kritik hizmetlerin sürekliliğini garanti altına almak amacıyla, özellikle binalar arası fiber bağlantılarda kullanılacak yedeklilik yapısı (örneğin, fiziksel olarak farklı güzergâhlardan geçen ring veya çift yıldız topolojisi) bu aşamada planlanmalıdır.

Keşif aşamasında toplanan bu veriler, projenin teknik ve mali boyutunu somutlaştıran tasarım ve fiyatlandırma aşamasına temel girdi sağlar.

5. TASARIM ve FİYATLANDIRMA

Tasarım aşaması, keşif fazında toplanan verileri kullanarak, Ege Üniversitesi'nin yüksek performans, güvenilirlik ve uzun ömürlülük hedeflerini karşılayacak detaylı bir teknik plana dönüştürüldüğü aşamadır. Bu yönetmelik ile tanımlanan bileşen standartları ve planlama ilkeleri, üniversitenin 2035 yılına kadar olan teknoloji yol haritasının altyapı temelini oluşturmaktadır.

5.1 Bakır Altyapı

Bakır altyapı, son kullanıcıların ağa erişim sağladığı kritik erişim katmanını oluşturur ve bu katmanda 1 Gbps ve üzeri hızları sorunsuz bir şekilde desteklemeyi hedefler. Teknolojik ilerlemeler ve artan bant genişliği ihtiyaçları doğrultusunda, standartlar aşağıdaki şekilde güncellenmiştir:

Eski yönetmelikte temel standart olarak kabul edilen **Kategori 5E (CAT5E)** UTP kabloların ve ilgili bağlantı bileşenlerinin (priz, patch panel vb.) yeni kurulumlarda ve kapsamlı tadilatlarda kullanımı **kesinlikle yasaklanmıştır**.

- **Asgari Standart (CAT6):** Tüm yeni yatay kablolama projelerinde kullanılması zorunlu asgari standart, Kategori 6 (CAT6) U/UTP olarak belirlenmiştir. Bu kablolar, 250 MHz'e kadar performans sunmalı ve 1000BASE-T Gigabit Ethernet uygulamasını tam olarak desteklemelidir.
- **Tercih Edilen Standart (CAT6A):** Yüksek performans, geleceğe uyumluluk ve özellikle 10 Gigabit Ethernet (10GBASE-T) gibi daha yüksek hızları destekleme potansiyeli için projelerde Kategori 6A (CAT6A) öncelikli olarak tercih edilecektir.
- **Özel Durum Standartları (CAT7/CAT8):** Veri merkezleri, yüksek performanslı bilişim (HPC) kümeleri, ileri düzey araştırma laboratuvarları gibi özel ve ultra yüksek bant genişliği gerektiren alanlarda, Kategori 7 (CAT7) ve Kategori 8 (CAT8) standartlarının kullanımı, yalnızca BİDB'nin özel teknik onayı ile mümkün olacaktır.

Yatay kablolama mesafesi, Kalıcı Hat (Permanent Link) olarak adlandırılan ve patch panel ile veri prizi arasındaki net kablo uzunluğunu ifade eden mesafe 90 metreyi aşamaz. Patch kablolar dahil toplam Kanal (Channel) mesafesi ise 100 metreyi geçmeyecektir.

5.2. Kabinet ve Dağıtım Merkezleri

Kablolama dağıtımı bir merkezden, dağıtık yıldız topolojisi prensiplerine uygun olarak kilitli kabinetler vasıtasıyla gerçekleştirilmelidir. Kabinetlerin yer seçimi yapılırken bina krokilerinden yararlanılmalı; bu merkezler, kablo çekilecek noktalara maksimum 100 metre mesafede ve mümkün olduğunca ilgili alanın merkezinde konumlandırılmalıdır. Her katta bir Ara Toplanma Merkezi (IDF) oluşturulmalı ve

tüm bu ara merkezler binanın Ana Toplanma Merkezi'nde (MDF) birleştirilmelidir. Kabinetlerin kurulacağı alanların yakınından su ve ısıtma tesisatı geçmediğinden emin olunmalıdır. Ayrı bir sistem odası tahsisinin mümkün olmadığı durumlarda kabinetler, yerden mümkün olduğunca uzak ve tavana yakın bir şekilde güvenli bir noktaya monte edilmelidir.

Kabinetler, içerisindeki aktif ve pasif ağ donanımının güvenliğini sağlayacak kapaklı bir yapıda olmalı ve her türlü müdahaleye olanak tanıyacak şekilde dört bir yandan erişime uygun tasarlanmalıdır. Pasif ağ donanımı ve fiber terminasyon sistemleri, mevcut uç sayısından %25 oranında daha fazla genişlemeye yönelik olarak tesis edilmelidir. Kabinet içerisinde, son kullanıcıya minimum 1G hızını ulaştıracak aktif cihaz bağlantıları için kullanıcı sayısının en az %25 fazlası kadar yedek aktarma (patch) kablosu bulundurulmalıdır. Bu aktarma kablolarının uzunlukları, performans kaybını önlemek adına 0.5 ile 1.5 metre arasında seçilmeli ve kablolar toplanma merkezlerinde en az 1 metre pay (reserve) kalacak şekilde sonlandırılmalıdır.

Kabinetlerin yüksekliği (U), genişliği ve derinliği (örn: 600x600mm veya 600x800mm), içerisine yerleştirilecek fiber optik patch paneller, 1G/10G/40G switchler ve organizeler gibi donanımların boyutları dikkate alınarak belirlenmelidir. Kabinet içi planlamada, 24 portlu CAT6/7 patch paneller için 2U, aktif switchler için 2U ve kablo düzenleyiciler için 1U alan ayrılmalı; ayrıca gelecekteki eklemeler için kabinet içerisinde %20 oranında boş alan bırakılmalıdır. Elektrik altyapısı kapsamında kabinetler, aktif cihazların beslenmesi için sigortalı ve topraklı priz gruplarına sahip olmalı ve tüm cihazlar bağlandıktan sonra en az 2 adet boş priz kalacak şekilde yapılandırılmalıdır. Isınma sorunlarını önlemek amacıyla kabinetler hava akımını sağlayacak yapıda olmalı; fan sayısı ve sabit raf gibi aksesuarlar kullanım yoğunluğuna uygun olarak seçilmelidir. Kablo giriş ve çıkış noktalarında fiziksel güvenliği sağlayacak ve kabloları zarar vermeyecek açıklıklar ve rakorlar bulunmalıdır.

5.3 Fiber Optik Altyapı

Fiber optik altyapı, Ege Üniversitesi'nin yüksek hızlı, güvenilir ve geleceğe dönük ağ omurgasını teşkil eder. Bu nedenle, tüm binalar arası omurga bağlantıları ve bina içi dikey kat bağlantıları zorunlu olarak fiber optik kablolar ile tesis edilecektir.

- **Bina İçi Dikey Omurga:** Katlar arası dikey bağlantılarda, proje gereksinimlerine bağlı olarak OM4 Multimode (MM) veya OS2 Single Mode (SM) fiber kablolar kullanılacaktır.
- **Binalar Arası Omurga:** Binalar arası tüm bağlantılarda, uzun mesafe ve yüksek bant genişliği kapasitesi nedeniyle zorunlu olarak OS2 Single Mode (SM) fiber kablo kullanılacaktır. Bu kabloların, uluslararası standart olan ITU-T G.652.D'ye tam uyumlu olması şarttır.

- **Asgari Kapasite:** Her bir güzergaha çekilecek fiber optik kablo, gelecekteki ihtiyaçlar göz önünde bulundurularak asgari 12 core (damar) içermelidir. Ancak, yeni projelerde fizibiliteye bağlı olarak tercihen 24 veya 48 core kapasiteli kabloların planlanması esastır.
- **Konnektör Tipi:** Tüm fiber optik sonlandırmalarda, yüksek port yoğunluğu ve kanıtlanmış güvenilirliği nedeniyle standart olarak LC/UPC tipi konnektörler kullanılacaktır.
- **Sonlandırma Yöntemi:** Fiber kabloların patch panellerde sonlandırılması, en düşük ek kaybını (insertion loss) ve en yüksek sinyal bütünlüğünü sağlayan füzyon ek (fusion splice) yöntemiyle, splice kasetleri (splice tray) kullanılarak yapılacaktır.

5.4 2025–2035 Planlaması

Bu altyapı, sadece bugünün değil, önümüzdeki on yılın teknolojik taleplerine de cevap verebilecek şekilde stratejik unsurlar içermelidir.

- **Bant Genişliği Hedefleri:** Altyapı, son kullanıcılara 10G'ye kadar erişim hızını, omurga hatlarında ise 40G/100G ve üzeri hızları destekleyecek şekilde tasarlanmalı ve kurulmalıdır.
- **İleri Teknoloji Uyumluluğu:** Kurulan OS2 Single Mode fiber altyapısı, gelecekte tek bir fiber üzerinden birden çok kanalı iletmeyi sağlayan DWDM (Yoğun Dalga Boyu Bölmeli Çoğullama) ve fiberi son kullanıcıya kadar ulaştıran PON (Pasif Optik Ağ) gibi ileri düzey ağ teknolojileriyle tam uyumlu olacak şekilde planlanmalıdır.

Tasarımı ve planlaması yapılan bu yüksek standartlı altyapının sahadaki başarısı, ancak titiz bir kurulum ve kapsamlı bir test süreciyle güvence altına alınabilir.

6. KURULUM ve TEST

Kurulum ve test aşaması, projenin kalitesinin ve bu yönetmelikte belirtilen standartlara uygunluğunun sahada kanıtlandığı en kritik fazdır. Bu süreçte gösterilecek titizlik ve profesyonellik, kurulan altyapının uzun vadeli performansını, güvenilirliğini ve yönetilebilirliğini doğrudan etkileyecektir.

Etiketleme

Etkili, standartlara uygun ve dayanıklı bir etiketleme sistemi, ağ yönetiminin bel kemiğidir. Doğru yapılmış bir etiketleme, arıza giderme sürelerini dakikalara indirir, envanter takibini hatasız hale getirir ve altyapının genel bakım verimliliğini en üst düzeye çıkarır. Bu nedenle etiketleme, projenin en kritik adımlarından biri olarak kabul edilmelidir.

- Her bir kablo hattının her iki ucu da (hem patch panel portu hem de veri prizi), zamanla silinmeyecek, yıpranmayacak ve çevresel koşullara dayanıklı kalitede malzemelerle etiketlenmelidir.

• Etiketleme, BİDB tarafından belirlenecek ve her bir hattı kampüs genelinde benzersiz şekilde tanımlayan bir ID şemasına göre yapılacaktır. Bu şema, [Bina Kodu]-[Kat]-[Oda No]-[Priz Portu/Patch Panel Portu] / [Bina Kodu] . [Kabinet No] . [Patch Panel No] . [Port No] gibi hiyerarşik ve kolayca çözümlenebilir bir yapıda olacaktır.

Test Prosedürleri

Kurulumu tamamlanan her bir hattın, performansının doğrulanması için test edilmesi zorunludur.

• **Bakır Kablolama Testleri:** Her bir bakır hat, Fluke DSX serisi veya teknik muadili profesyonel bir ağ test cihazı ile ilgili kategori (CAT6/CAT6A) için kanal (channel) performans testine tabi tutulmalıdır. Test sonucunun, standardın tüm parametreleri için "PASS" olması zorunludur.

• **Fiber Optik Kablolama Testleri:** Her bir fiber damarı, iki temel teste tabi tutulacaktır:

As-built Dokümantasyon

Projenin tamamlanmasının ardından yüklenici firma, aşağıdaki belgeleri içeren nihai "As-built" (Uygulama Projesi) dokümantasyonunu hem PDF hem de DWG formatlarında BİDB'ye teslim etmekle yükümlüdür:

- Tüm kablo güzergahlarını gösteren kat ve yerleşke planları.
- Tüm kabloların benzersiz ID'lerini içeren detaylı etiketleme şeması.
- Her bir kablo hattı için ayrı ayrı oluşturulmuş tüm bakır ve fiber optik test sonuçları.

Bu dokümantasyonun BİDB'ye eksiksiz teslimi, projenin tamamlanması ve nihai kabulünün ön koşuludur.

7. EKLER

Bu bölüm, yönetmelikte referans gösterilen temel altyapı bileşenlerinin kritik teknik özelliklerini ve kabul kriterlerini özetleyerek, uygulayıcılar için pratik bir rehber niteliği taşımaktadır.

EK-1: CAT6 U/UTP Asgari Teknik Özellikleri

Özellik	Teknik Gereksinim
Fiziksel & Mekanik	
Temel İletken	Katı, 23AWG, tavlı çıplak bakır
İzolasyon	Polyolefin
Per Sayısı	4 per, 8 iletken
Dış Kılıf	LSOH (Düşük Dumanlı Halojensiz) alev geciktirmeli
Bükülme Yarıçapı (Kurulum)	8 x Kablo Dış Çapı
Bükülme Yarıçapı (Kullanım)	4 x Kablo Dış Çapı
Çalışma Sıcaklığı	-20°C / +60°C

Elektriksel	
Empedans (CAT6)	100 $\Omega \pm 6\%$ (1-100 MHz), 100 $\Omega \pm 20\%$ (101-250 MHz)
Desteklenen Uygulamalar	1000BASE-T Gigabit Ethernet ve üzeri

Kategori 6A (CAT6A) kablolar, bu tabloda belirtilen fiziksel ve mekanik özelliklere ek olarak, 500 MHz'e kadar olan frekans aralığında ANSI/TIA-568-C.2 standardının gerektirdiği daha sıkı elektriksel performans kriterlerini (NEXT, RL, vb.) karşılamak zorundadır.

EK-2: OS2 Single Mode Fiber Teknik Özeti (ITU-T G.652.D)

Özellik	Teknik Gereksinim (ITU-T G.652.D)
Optik Özellikler	
Zayıflama (Maksimum)	≤ 0.36 dB/km @ 1310 nm
	≤ 0.22 dB/km @ 1550 nm
Mode Alan Çapı	9.2 ± 0.4 μ m @ 1310 nm
Kabloda Dalga Boyu Kesimi (λ_{cc})	≤ 1260 nm
Geometrik Özellikler	
Örtü (Cladding) Çapı	125 ± 0.7 μ m
Core Eşmerkezlilik Hatası	< 0.6 μ m
Kaplama (Coating) Çapı	245 ± 10 μ m

EK-3: Test ve Kabul Kriterleri

Bir projenin kabul edilebilmesi için aşağıdaki test ve raporlama kriterlerinin eksiksiz olarak karşılanması zorunludur:

- Bakır Altyapı:** Kurulan her bir hattın, ilgili kategori standardına (CAT6/6A veya CAT7/8) göre kanal (channel) testinden "PASS" sonucu alması zorunludur. Test raporları, NEXT, RL, Attenuation gibi tüm alt parametreleri detaylı olarak içermelidir.
- Fiber Optik Altyapı:** Her bir fiber damar için OTDR ölçümü (ek ve konnektör kayıplarını gösteren) ve Power Meter ile uçtan uca zayıflama (insertion loss) ölçümü yapılmalıdır. Ölçülen sonuçlar, standartlarda belirtilen teorik kayıp bütçesi dahilinde olmalıdır.
- Dokümantasyon:** Tüm test raporlarının, onaylanmış etiketleme şemasının ve as-built çizimlerin BİDB'ye eksiksiz teslimi, projenin nihai kabulü ve hakediş ödemelerinin yapılabilmesi için ön koşuldur. Proje, bu belgeler teslim edilmeden tamamlanmış sayılmaz.