

P4 LED Ekran Konnektör Yapısı, Pin Bağlantıları ve Kablolama Şemaları Üzerine Teknik Bir Analiz Raporu

Bölüm 1: P4 LED Ekran Teknolojisine Genel Bakış ve Temel Kavramlar

P4 LED ekranlar, günümüz görsel iletişim teknolojilerinde yaygın olarak kullanılan bir modüler ekran çözümüdür. Bu teknolojinin anlaşılması için öncelikle "P4" teriminin ne anlama geldiğinin netleştirilmesi gerekmektedir. "P" harfi, İngilizce "Pixel Pitch" (Piksel Aralığı) terimini ifade ederken, "4" rakamı ise bitişik iki LED pikseli arasındaki 4 milimetrelilik mesafeyi belirtir.¹ Bu dar piksel aralığı, ekranın metrekare başına 62,500 piksel gibi yüksek bir yoğunluğa sahip olmasını sağlar.² Bu durum, özellikle kısa mesafeden izleme gerektiren perakende, konferans ve iç mekan reklamcılığı gibi uygulamalarda net ve keskin görüntülerin elde edilmesinde kritik bir rol oynar.³

P4 ekranlar tek bir parça halinde üretilmez; bunun yerine, standartlaştırılmış modüllerin bir araya getirilmesiyle oluşturulur.⁵ Bu modüller genellikle 320x160mm, 256x128mm veya 256x256mm gibi boyutlarda mevcuttur.¹ Her bir P4 modülü, binlerce LED diyotundan, bu diyotları kontrol eden entegre sürücü devrelerinden (constant current driver ICs), bir PCB (baskılı devre kartı) ve veri ile güç transferini sağlayan bir HUB kartından oluşur.⁴

Konnektör yapısı ve kablolama şemasına geçmeden önce, kullanıcıların sıklıkla karşılaştığı yaygın bir yanlış anlamamanın giderilmesi esastır. P4 LED ekran panelleri için kullanılan bağlantı elemanları, yaygın olarak bilinen ve genellikle LED şerit aydınlatmalarda kullanılan 4-pinli konnektörlerden tamamen farklıdır.¹⁰ LED şerit konnektörleri, renk (RGB) ve güç beslemesi gibi temel işlevler için tasarlanmışken, profesyonel P4 paneller çok daha karmaşık bir veri ve kontrol sinyal yapısına sahiptir. Bu rapor, bu profesyonel panellerin bağlantı standardı olan HUB75 arayüzüne odaklanmaktadır. Bu ayrımın yapılması, kullanıcıların yanlış donanım seçimi yapmasını önlemek ve projenin doğru bir şekilde ilerlemesini sağlamak açısından hayati öneme sahiptir.

Bölüm 2: P4 LED Ekran Konnektör Yapısı ve Standart Arayüzler

P4 modüler ekranların kalbindeki bağlantı arayüzü, endüstri standardı haline gelmiş olan HUB75 protokolüdür. Bu arayüz, hem veri hem de kontrol sinyallerinin ekran modülüne iletilmesinden sorumludur.

2.1 HUB75 Veri Arayüzü: Endüstri Standardı

HUB75 arayüzü, genellikle 2x8'lik (16-pin) çift sıralı bir IDC soket olarak karşımıza çıkar.¹¹ Bu fiziksel yapı, özellikle yüksek hızlı veri transferi için tasarlanmıştır ve sinyal bütünlüğünü korumaya yardımcı olur. Konnektör kablolarında genellikle doğru takılmayı sağlamak için bir anahtar (key) veya girinti bulunur.¹⁴ Bu girinti, kablonun yanlış yönde takılmasını engelleyerek pinlerin hasar görmesini veya yanlış sinyal aktarımını önler. HUB75, P4 panellerin yanı sıra benzer piksel aralığına sahip diğer LED matris panellerde de standart bir arayüz olarak kullanılır.⁵

2.2 Güç Arayüzleri

P4 ekran modülleri, genellikle 5V DC ile çalışır.⁴ Güç bağlantısı için kullanılan kablolar ve konnektörler, yüksek akım gereksinimlerine uygun olarak tasarlanmalıdır. En sık kullanılan güç konnektörleri arasında 4-pinli (VH-4P) fişler ve DC krikolar yer alır.¹¹ Çoklu panel kurulumlarında, güç kaynağına bağlantı genellikle vida terminalleri aracılığıyla yapılır.¹²

2.3 P4 Konnektörlerinin Elektriksel Talepleri: Gözden Kaçan Kritik Nokta

Bir P4 panelin veri kablolaması karmaşık görünse de, güç gereksinimleri en az veri kadar, hatta çoğu durumda daha da kritiktir. Bir P4 modülü, tam parlaklıkta çalışırken 5V DC beslemesinde ortalama 8A ile 10A arasında yüksek bir akım çekebilir.⁵ Yetersiz güç kaynağı veya çok ince kesitli kablolar kullanmak, özellikle çoklu panel kurulumlarında ciddi voltaj düşüşlerine yol açabilir. Bu voltaj düşüşü, görüntüde titremeye, düzensiz renklere, parlaklık farklarına ve hatta panelin kararlı bir şekilde çalışmamasına neden olabilir. Dolayısıyla, projenin en başından itibaren doğru güç kaynağının seçilmesi ve yüksek akıma dayanıklı, yeterli kalınlıkta kabloların

kullanılması, donanımın düzgün çalışması ve uzun ömürlü olması için hayati önem taşır.

Bölüm 3: HUB75 Pin Bağlantılarının ve Fonksiyonlarının Derinlemesine Analizi

HUB75 arayüzü, paneli kontrol etmek için çeşitli veri, adres ve kontrol sinyalleri taşır. Aşağıdaki tablo, bu pinlerin standart işlevlerini ve ilgili sinyal gruplarını detaylı olarak açıklamaktadır.

Pin Numarası	Pin Adı	Kısaltma	Fonksiyon	Sinyal Tipi
1, 2	Kırmızı Veri 1, Kırmızı Veri 2	R1, R2	Paneldeki üst ve alt LED kanallarının kırmızı verisini taşır.	Veri
3, 4	Yeşil Veri 1, Yeşil Veri 2	G1, G2	Paneldeki üst ve alt LED kanallarının yeşil verisini taşır.	Veri
5, 6	Mavi Veri 1, Mavi Veri 2	B1, B2	Paneldeki üst ve alt LED kanallarının mavi verisini taşır.	Veri
7	Adres Seçimi A	A	Tarama satırını seçmek için kullanılan adres sinyallerinden biri.	Adres
8	Adres Seçimi B	B	Tarama satırını seçmek için	Adres

			kullanılan adres sinyallerinden biri.	
9	Adres Seçimi C	C	Tarama satırını seçmek için kullanılan adres sinyallerinden biri.	Adres
10	Saat Sinyali	CLK	Verinin shift register'a saat vuruşu ile kaydırılmasını sağlar.	Kontrol
11	Mandallama Sinyali	LAT	Verinin shift register'dan piksel sürücülerine transferini sağlar.	Kontrol
12	Çıkış Etkinleştirme	OE	Paneldeki tüm piksellerin çıkışını global olarak etkinleştirir/devre dışı bırakır.	Kontrol
13	Adres Seçimi D / E (Değişken)	D / E	Tarama satırını seçmek için kullanılır. E-pini 64x64 gibi panellerde bulunur.	Adres
14	Toprak	GND	Ortak toprak	Güç/Sinyal

			hattı.	
15	Adres Seçimi E (Değişken)	E	64x64 panellerde satır adreslemesi için kullanılan beşinci adres pini.	Adres
16	Toprak	GND	Ortak toprak hattı.	Güç/Sinyal

3.1 Veri ve Kanal Pinleri: R1, G1, B1, R2, G2, B2

HUB75 arayüzü, panelin üst yarısını (R1, G1, B1) ve alt yarısını (R2, G2, B2) ayrı ayrı kontrol eden iki veri kanalına sahiptir.¹⁴ Bu çift kanal yapısı, verinin panele çok daha hızlı aktarılmasını sağlar ve böylece yenileme hızını artırır. Bir paneldeki görüntünün titrememesi ve akıcı olması, bu yüksek hızlı veri aktarımına ve yenileme hızına (refresh rate) bağlıdır.¹⁴

3.2 Adres Pinleri: A, B, C, D ve E-Pini

Adres pinleri (A, B, C, D, E), panelin sürücü devresine verinin hangi yatay satıra (row) yazılacağını bildirir.¹⁴ Kullanılan adres pini sayısı, panelin tarama oranı (scan rate) ile doğrudan ilişkilidir. Örneğin, 1/16 tarama oranına sahip paneller genellikle A, B, C, D pinlerini kullanırken, daha yüksek çözünürlüklü ve genellikle 64 piksel yüksekliğindeki paneller için 1/32 tarama oranı ve ekstra bir 'E' adres pini gereklidir.⁴

HUB75 ve HUB75E terimleri arasındaki temel teknik fark, bu ekstra 'E' adres pininden kaynaklanır.¹³ HUB75E, 64 piksel yüksekliğindeki panelleri desteklerken, bu pinin fiziksel konumu üreticiye göre değişiklik gösterebilir.¹³ Bu durum, paneller arası uyumluluk sorunlarına yol açabilir. Bu nedenle, bir projede farklı üreticilerden modüller kullanılacaksa, E-pininin konumu dikkatle kontrol edilmeli ve mümkünse tüm paneller aynı tedarikçiden ve aynı partiden temin edilmelidir.

3.3 Kontrol Pinleri: CLK, LAT, OE

- **CLK (Clock):** Saat vuruşu (clock) pini, verinin seri olarak shift register'a kaydırılmasını senkronize eder.¹³ Her saat vuruşuyla yeni bir piksel verisi işlenir.
- **LAT (Latch):** Mandallama (latch) pini, tüm bir satır verisi shift register'a aktarıldıktan sonra, bu verinin aynı anda ilgili piksel sürücülerine kopyalanmasını sağlar. Bu süreç, görüntünün titremesini önlemek ve pürüzsüz bir geçiş sağlamak için kritik öneme sahiptir.¹³
- **OE (Output Enable):** Çıkış etkinleştirme pini, paneldeki tüm LED'lerin yanıp sönmelerini global olarak kontrol eder.¹⁴ Bu pinin en önemli işlevi, basit bir açma/kapama işlevinin ötesinde, darbe genişliği modülasyonu (PWM) ile parlaklık ayarı yapılmasına olanak tanımasıdır. OE sinyalinin açık kalma süresi değiştirilerek ekranın genel parlaklığı dinamik olarak ayarlanabilir, bu da panellerin yüksek parlaklık değerlerini (örn. 5000 cd/m²⁵) iç mekan gibi daha loş ortamlara uyarlamasını sağlar.

Bölüm 4: P4 LED Ekran Kablolama Şemaları ve Pratik Uygulamalar

P4 modüllerinin bir araya getirilerek büyük bir ekran oluşturulması, veri ve güç için farklı kablolama yöntemlerini gerektirir.

4.1 Tek Modül Bağlantı Şeması

En temel bağlantı şemasında, bir P4 modülü bir kontrol kartına (örn. Raspberry Pi, ESP32) ve bir 5V güç kaynağına bağlanır. HUB75 veri kablosu, kontrol kartı ile modülün "IN" portu arasına takılır. 5V güç kablosu ise güç kaynağından modülün güç girişine bağlanır. Bu kurulum, bir tekil modülün düzgün çalışması için gerekli tüm temel bileşenleri içerir.⁵

4.2 Çoklu Modül Bağlantısı: Zincirleme ve Paralel Bağlantının Önemi

Büyük ekranlar oluşturmak için birden fazla P4 modülü bir araya getirilir. Bu süreçte iki farklı

bağlantı türü uygulanır: veri zincirlemesi ve paralel güç dağıtımı.

4.2.1 Veri Zincirlemesi (Daisy-Chaining)

Veri sinyali, modüller arasında seri olarak aktarılır. Bu işleme "zincirleme" (daisy-chaining) denir.¹³ İlk modülün "OUT" portu, ikinci modülün "IN" portuna bağlanır ve bu işlem tüm paneller için tekrarlanır. Panellerin üzerindeki ok işaretleri, veri akışının doğru yönünü gösteren pratik bir kılavuz görevi görür.⁷

4.2.2 Güç Dağıtımı: Paralel Bağlantının Önemi

Veri kablolamasının aksine, güç kabloları hiçbir zaman zincirleme bağlanmamalıdır. Panellerin yüksek akım ihtiyacı nedeniyle, güç kablolarının zincirlenmesi, zincirdeki son panellerin yetersiz voltaj almasına ve voltaj düşüşü sorunlarına yol açar. Bu durum, ilk panellerin parlak ve canlı, son panellerin ise sönük ve soluk görünmesine neden olur. Doğru yöntem, her bir panele ayrı bir güç kablosu çekmek ve bu kabloları tek bir güçlü 5V güç kaynağına veya bir güç dağıtım bloğuna paralel olarak bağlamaktır.

4.3 Kontrolcü Kaskadlama (Cascading): Yüksek Seviye Bir Yaklaşım

"Kaskadlama" terimi, P4 panellerin kendi aralarındaki veri zincirlemesinden farklı bir kavramı ifade eder. Kaskadlama, çok büyük LED video duvarları için birden fazla kontrolcü (örneğin Novastar veya Colorlight marka sending card'lar) kullanıldığında bu kontrolcülerin birbirine seri olarak bağlanmasıdır.⁹ Bu mimari, tek bir kontrolcünün kapasitesini aşan, çok yüksek çözünürlüklü ekranların yönetilmesini sağlar. Bu, paneller arası fiziksel bağlantıdan ziyade, tüm ekran sisteminin yönetimini kolaylaştıran üst düzey bir sistem mimarisi yaklaşımıdır.

Bölüm 5: Elektriksel ve Mekanik Zorluklar ile Çözüm Önerileri

Kurulum ve işletim sırasında karşılaşılabilecek bazı yaygın sorunlar, doğru planlama ile kolayca çözülebilir.

- **Voltaj Düşüşü ve Kablo Kalitesi:** Yüksek akım çekimi nedeniyle, 5V güç kablolarının yeterli kalınlıkta (düşük AWG) olması ve mümkün olduğunca kısa tutulması gerekmektedir. Uzun veya ince kabloların neden olduğu voltaj düşüşü, görüntü kalitesini doğrudan etkiler.¹² Güç kaynaklarının panellere mümkün olduğunca yakın konumlandırılması bu sorunu minimize eder.
- **Sinyal Bütünlüğü Sorunları:** Veri kablolarının uzunluğu da sinyal bozulmasına yol açabilir. Genellikle Ethernet kablosu ile veri iletimi, 100 metrenin altında tutulmalıdır.⁸ Daha uzun mesafeler için optik fiber kablo gibi daha gelişmiş iletişim çözümleri değerlendirilebilir.⁸
- **E-Pin Konumundaki Tutarsızlıklar:** HUB75E standardındaki E-pinin üreticiye göre farklı konumlarda bulunması, en büyük uyumluluk risklerinden biridir. Kontrol kartı ve panel pin çıkışları dikkatlice incelenmeli, gerekirse özel kablolar veya arayüz adaptör kartları kullanılarak bu uyumsuzluk giderilmelidir.¹³
- **Montaj ve Bakım İpuçları:** P4 paneller, modüler tasarımları sayesinde hızlı kurulum ve bakım imkanı sunar.⁵ Bazı modeller, ön ve arka bakıma olanak tanıyan manyetik vidalarla donatılmıştır, bu da panellerin hızlı bir şekilde sökülüp takılmasını kolaylaştırır.¹

Sonuç: P4 Ekran Sistemleri İçin Kapsamlı Bir Bağlantı Rehberi

P4 LED ekran sistemleri, doğru bileşen seçimi ve bağlantı prensiplerine dikkat edildiğinde son derece etkileyici görsel sonuçlar üretebilen modüler çözümlerdir. Bu raporun anahtar çıkarımları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- P4 panelleri, veri, adres, kontrol ve güç sinyallerini taşıyan 16-pinli HUB75 arayüzünü kullanır. Bu arayüz, basit LED şerit konnektörlerinden temelde farklıdır.
- HUB75E standardı, 64 piksel yüksekliğindeki paneller için ekstra bir E-pini içerir, ancak bu pinin konumu üreticiye göre değişkenlik gösterebilir ve bu durum uyumluluk sorunlarına yol açabilir. Projelerde tek bir üreticiden ürün temin etmek bu riski azaltır.
- P4 paneller, yüksek akım (5V'ta 8-10A) çeker. Bu nedenle, veri kabloları zincirleme bağlanırken, güç kablolarının mutlaka paralel olarak dağıtılması gerekmektedir. Yetersiz güç planlaması, voltaj düşüşüne ve ekran performansında bozulmaya neden olabilir.
- CLK, LAT ve OE gibi kontrol pinleri, panelin senkronizasyonunu ve parlaklık ayarını sağlar; özellikle OE pini üzerinden yapılan PWM kontrolü, ekranın farklı ortam koşullarına uyum sağlamasına olanak tanır.

Bu prensiplerin dikkatle uygulanması, her ölçekten P4 LED ekran projesinin sorunsuz bir şekilde tamamlanması için sağlam bir temel oluşturacaktır.

Alıntılanan çalışmalar

1. P4 Flexible LED Display Module | Pitch Pixel 4mm - Nova LED Screen, erişim tarihi

- Ağustos 25, 2025,
<https://www.novaledscreen.com/p4-flexible-led-display-module/>
2. P4 LED Display Screen: Price, Features, and Applications - UNIT LED, erişim tarihi Ağustos 25, 2025, <https://www.unit-led.com/p4-led-display-screen>
 3. What Is a P4 LED Display? Features, Uses & Alternatives - SZLEDWORLD, erişim tarihi Ağustos 25, 2025, <https://szledworld.com/p4-led-display.html>
 4. P4 Outdoor LED Module | Pitch Pixel 4mm - Colorlit LED, erişim tarihi Ağustos 25, 2025, <https://www.colorlitled.com/p4-outdoor-led-module/>
 5. Outdoor P4 LED Display - FCC Report, erişim tarihi Ağustos 25, 2025, <https://fcc.report/FCC-ID/2AZ8C-P4/5319837.pdf>
 6. Indoor P4 LED Display Module - LED Display Manufacturer | LED Screen Solution Provider For Colorlight, Novastar, erişim tarihi Ağustos 25, 2025, <https://www.colorlight-led.com/indoor-p4-led-display-module/>
 7. Wiring and Chaining Tips for P4 64x64 RGB LED matrix display ..., erişim tarihi Ağustos 25, 2025, <https://buildcircuits.com/blogs/rgb-led-matrix-displays/wiring-and-chaining-tips-for-p4-64x64-rgb-led-matrix-display>
 8. P4 Flexible LED Module | Pitch Pixel 4mm - Colorlit LED, erişim tarihi Ağustos 25, 2025, <https://www.colorlitled.com/p4-flexible-led-module/>
 9. LED Display Cascade Connection Full Instruction, erişim tarihi Ağustos 25, 2025, <https://www.colorlitled.com/led-display-cascade-connection/>
 10. Şerit Led Konnektör Modelleri, 729% Ortalama Fiyatlar | Hepsiburada, erişim tarihi Ağustos 25, 2025, <https://www.hepsiburada.com/serit-led-konnektor-x-s53173>
 11. Arduino UNO Based HUB75 LED DISPLAY DRIVER - Instructables, erişim tarihi Ağustos 25, 2025, <https://www.instructables.com/Arduino-UNO-Based-HUB75-LED-DISPLAY-DRIVER/>
 12. Pinouts | Adafruit MatrixPortal S3, erişim tarihi Ağustos 25, 2025, <https://learn.adafruit.com/adafruit-matrixportal-s3/pinouts>
 13. HUB75/HUB75E - Moonbase Otago, erişim tarihi Ağustos 25, 2025, <http://www.moonbaseotago.com/hub75/>
 14. Tang Nano 9K: HUB75 LED Panels - Lushay Labs, erişim tarihi Ağustos 25, 2025, <https://learn.lushaylabs.com/led-panel-hub75/>
 15. RGB Matrix Adapter Board - Wiki - SeenGreat, erişim tarihi Ağustos 25, 2025, <https://seengreat.com/wiki/75/rgb-matrix-adapter-board>
 16. RGB-Matrix-P3-64x32 - Waveshare Wiki, erişim tarihi Ağustos 25, 2025, <https://www.waveshare.com/wiki/RGB-Matrix-P3-64x32>
 17. Driving hub75 LED panels. (including free test software) - YouTube, erişim tarihi Ağustos 25, 2025, https://www.youtube.com/watch?v=_dB1w99AwGE
 18. P4 Rgb Led Panel Dış Mekan 16x32CM Fiyatları, Modelleri ve Çeşitleri - MS Reklam, erişim tarihi Ağustos 25, 2025, <https://www.msreklam.com.tr/panel/rgb-led-panel/p4-rgb-led-panel-dis-mekan-12-8x25-6cm>
 19. HUB75 vs HUB75E - adafruit industries, erişim tarihi Ağustos 25, 2025, <https://forums.adafruit.com/viewtopic.php?t=217543>