



BAHRİ BUDAK

LABORATUVAR REÇETESİNDEN İŞLETME REÇETESİNE GEÇİŞ EĞİTİMİ

Numune reçetesinin HT jet üretimine güvenli aktarımı, ölçek büyütme, proses eşleştirme ve ilk seferde doğru üretim yönetimi

Hazırlayan	Bahri Budak
Uzmanlık	Tekstil Boyama ve Apre Uzmanı
Kapsam	Laboratuvar numunesinden HT jet üretimine aktarım; reaktif, dispers ve asit boyama uygulamaları
Revizyon	2026-R1

Bu doküman eğitim ve proses standardizasyonu amacıyla hazırlanmıştır. Boyarmadde, kimyasal, pH, sıcaklık, süre, flote ve dozaj değerleri; kumaş, makine, su kalitesi, ürün konsantrasyonu, müşteri şartnamesi ve tedarikçi teknik föyleriyle birlikte doğrulanmalıdır.

İÇİNDEKİLER

1. Amaç, kapsam ve öğrenme çıktıları
2. Temel tanımlar ve ortak terminoloji
3. Laboratuvar numunesi ile işletme partisi arasındaki farklar
4. Aktarım öncesi veri doğrulama
5. Kumaş ve ön terbiye eşdeğerliği
6. Su, boya ve kimyasal eşdeğerliği
7. Makine, flotte ve kumaş dolaşımı eşdeğerliği
8. Ölçek büyütme ve temel hesaplamalar
9. Boyarmadde ve kimyasal miktarlarının işletmeye çevrilmesi
10. pH, sıcaklık, süre ve dozaj profilinin aktarılması
11. Reaktif boyamada laboratuvardan işletmeye geçiş
12. Dispers boyamada laboratuvardan işletmeye geçiş
13. Asit boyamada laboratuvardan işletmeye geçiş
14. Renk farkı, metameri ve kabul kararı
15. İlk parti, deneme partisi ve onay prosedürü
16. Reçete aktarım formu ve yetki zinciri
17. Kök nedenler, performans göstergeleri ve iyileştirme
18. Örnek hesaplar, değerlendirme soruları ve kısa sözlük

Eğitimin temel mesajı

Laboratuvar reçetesi doğrudan kilogramla çarpılan bir liste değildir. Başarılı aktarım; kumaş, su, makine, flotte, ısıtma-soğutma hızı, dozaj süresi, pH profili ve ölçüm koşullarının birlikte eşleştirilmesiyle sağlanır.

1. AMAÇ, KAPSAM VE ÖĞRENME ÇIKTILARI

Laboratuvar çalışmasının amacı, hedef rengin seçilen boyarmadde ve proses koşullarıyla elde edilebildiğini küçük ölçekte göstermektir. İşletme reçetesinin amacı ise aynı rengi, yüzlerce kilogram kumaşta makine ve proses değişkenlerini kontrol ederek tekrarlanabilir biçimde üretmektir.

Bu eğitim notu; laboratuvar numunesinin doğrudan büyütülmesinden kaynaklanan hataları önlemeyi, bütün girdileri karşılaştırmayı ve ilk üretim partisinde renk ile kalite hedefini güvenli biçimde yakalamayı amaçlar.

- Laboratuvar reçetesi ile işletme reçetesi arasındaki görev farkını açıklamak.
- Kumaş, ön terbiye, su, makine, flotte, sıcaklık ve dozaj değişkenlerini aktarım öncesi doğrulamak.
- % HT, g/L ve stok çözelti hesaplarını doğru biçimde işletme miktarlarına çevirmek.
- Reaktif, dispers ve asit boyamada aktarımın farklı teknik ihtiyaçlarını ayırmak.
- İlk parti sonucunu ölçmek, sapmayı sınıflandırmak ve düzeltme katsayılarını kayıt altına almak.
- İlk seferde doğru üretim oranını yükselten bir reçete onay sistemi kurmak.

Kapsam sınırı

Bu not, HT jet makinelerinde örme kumaş boyama esas alınarak hazırlanmıştır. Kontinü ve yarı kontinü sistemlerde aynı yönetim mantığı kullanılır; ancak flotte, emdirme oranı, kurutma ve fiksaj hesapları ayrıca kurulmalıdır.

2. TEMEL TANIMLAR VE ORTAK TERMİNOLOJİ

Terim	Sahada kullanılacak açıklama
Laboratuvar reçetesi	Küçük numune üzerinde hedef rengi ve proses uygulanabilirliğini doğrulayan boya, kimyasal, sıcaklık, süre ve pH planı.
İşletme reçetesi	Üretim partisinin gerçek kilogramı, makine hacmi, flotte oranı, ürün konsantrasyonu ve dozaj sistemine göre hazırlanmış onaylı reçete.
Ölçek büyütme	Laboratuvar miktarlarının yalnızca matematiksel olarak değil, proses koşulları da eşleştirilerek üretim ölçeğine aktarılması.
Flotte oranı	Kumaş kütlesi ile banyo hacmi arasındaki oran. Örneğin 1:5, 1 kg kumaş için yaklaşık 5 L banyo anlamına gelir.
% HT	Boyarmadde veya ürün miktarının kuru kumaş ağırlığına göre yüzde olarak verilmesi.
g/L	Bir litre gerçek banyo içindeki ürün gramı. Flotte hacmi değiştiğinde toplam ürün miktarı da değişir.
Stok çözelti	Belirli konsantrasyonda hazırlanmış boya veya kimyasal çözeltisi. Hesap aktif madde üzerinden yapılmalıdır.
Aktarım katsayısı	Laboratuvar-işletme farkından doğan, yalnızca doğrulanmış veriye dayalı renk veya ürün düzeltme katsayısı.
İlk seferde doğru üretim	Partinin renk ilavesi, söküm veya yeniden işlem görmeden kalite onayı alması.
Metameri	İki rengin bir ışık kaynağında yakın, başka bir ışık kaynağında farklı görünmesi.

3. LABORATUVAR NUMUNESİ İLE İŞLETME PARTİSİ ARASINDAKİ FARKLAR

Laboratuvar ve işletme aynı boya setini kullansa bile fiziksel sistem aynı değildir. Numune tüpünde birkaç gram kumaş bulunurken işletmede kumaş halatı, düze, pompa, eşanjör, tanklar ve boru hatları birlikte çalışır. Bu farklar renk alma hızını, boya dağılımını ve nihai tonu etkiler.

Değişken	Laboratuvar	İşletme	Aktarım riski
Kumaş miktarı	5-20 g numune	50-2000 kg parti	Isı ve kütle aktarımı aynı hızda gerçekleşmez.
Banyo hareketi	Tüp veya laboratuvar cihazı hareketi	Pompa, düze ve kumaş dolaşımı	Düzensizlik ve ilk boya alımı değişebilir.
Isıtma-soğutma	Cihazın programına yakın ve kısa gecikmeli	Makine yükü ve buhar kapasitesine bağlı	Gerçek sıcaklık eğrisi kaydedilmelidir.
Dozaj	Kısa ve doğrudan ilave	Tank, pompa ve hat üzerinden dozaj	Dozaj süresi ve hat yıkama suyu banyo hacmini etkiler.
Flotte	Genellikle sabit ve ölçülmüş	Makine minimum hacmi ve yüküne bağlı	Teorik oran yerine gerçek hacim kullanılmalıdır.
pH	Küçük hacimde hızlı değişir	Tam karışım için dolaşım süresi gerekir	pH ölçüm zamanı standardize edilmelidir.
Numune kondisyonu	Hızlı kurutma riski	Parti kurutma ve apre görür	Kıyas aynı kondisyon ve aynı apre sonrası yapılmalıdır.

Yanlış yaklaşım

“Laboratuvarda 3,00 % çıktı; işletmeye de 3,00 % yazmak yeterlidir” yaklaşımı eksiktir. Yüzde aynı kalsa bile kumaşın ön terbiye durumu, gerçek flotte, dozaj profili ve sıcaklık eğrisi farklıysa sonuç değişebilir.

4. AKTARIM ÖNCESİ VERİ DOĞRULAMA

İşletme reçetesi hazırlanırken ilk işlem, laboratuvar formundaki her değerın üretimde karşılığı olup olmadığını doğrulamaktır. Eksik veri varsayımla tamamlanmamalıdır.

Doğrulanacak veri	Asgari içerik	Sorumlu
Sipariş bilgisi	Müşteri, kalite kodu, renk kodu, lot, hedef miktar, termin	Planlama / satış
Standart bilgisi	Onaylı fiziksel standart, dijital renk verisi, ışık kaynakları, tolerans	Laboratuvar / kalite
Kumaş bilgisi	Lif oranı, örgü yapısı, gramaj, en, elastan denyesi, ham lot	Ham kalite / laboratuvar
Ön terbiye	Kasar, yıkama, optik, enzim, ısı geçmişi, kalıntı peroksit, pH	Ön terbiye / laboratuvar
Boya seti	Üretici, ticari ad, güç, lot numarası, son kullanım ve stok durumu	Boya mutfağı / depo
Kimyasal seti	Ürün adı, aktif madde, yoğunluk, konsantrasyon ve kullanım amacı	Kimyasal mutfak
Makine	Makine kodu, göz kapasitesi, gerçek minimum hacim, pompa/düze ayarı	Planlama / boyahane
Su	Sertlik, pH, iletkenlik, demir, bakır ve gerekli diğer analizler	Yardımcı işletmeler / lab
Proses	Başlangıç sıcaklığı, çıkış hızı, bekleme, dozaj, soğutma, yıkama	Laboratuvar / proses

Aktarım kilidi

Onaylı standart, gerçek kumaş lotu, boya lotu veya makine bilgisi eksikse reçete “üretim hazır” olarak işaretlenmemelidir. Eksik bilgi, üretim öncesi sapma kaydı olarak açılmalıdır.

5. KUMAŞ VE ÖN TERBİYE EŞDEĞERLİĞİ

Laboratuvar numunesi ile üretim kumaşının aynı kalite kodunu taşıması tek başına yeterli değildir. Lif karışımı, iplik lotu, örgü sıklığı, yağ miktarı, kasar seviyesi, hidrofilite, beyazlık ve başlangıç pH değeri renk sonucunu etkiler.

Kontrol	Ölçülecek / doğrulanacak	Neden önemlidir?
Lif oranı	Pamuk/PES/PA/elastan yüzdeleri	Farklı lif oranı boya tüketimini ve zemin tonunu değiştirir.
İplik ve örgü	İplik türü, numara, compact/karde/open-end, sıklık	Yüzey yapısı ve optik koyuluk etkilenir.
Gramaj ve en	Kuru ve kondisyonlu değerler	Kumaş yoğunluğu dolaşım ve görünür tonu etkiler.
Kasar seviyesi	Hidrofilite, beyazlık, çekirdek kabuğu kalıntısı, yağ	Yetersiz veya aşırı kasar renk farkı ve düzgünlük oluşturur.
Kalıntı peroksit	Uygun testle yokluğu doğrulanır	Reaktif boyarmaddeyi bozabilir ve ton kaymasına yol açabilir.
Başlangıç pH	Kumaş ekstraktı ve banyo başlangıcı	İlk boya alımı ve yardımcı kimyasal davranışı etkilenir.
Elastan geçmişi	Fikse sıcaklığı, süre, gerilim	Sararma, güç kaybı ve zemin tonu değişebilir.
Numune alma	En-boy, kenar-orta, baş-son temsil gücü	Temsil etmeyen numune doğru reçeteyi yanlış gösterir.

Numune kuralı

Laboratuvar çalışması mümkün olduğunca üretimde kullanılacak aynı ham lot veya aynı kasar lotundan alınan temsili numuneyle yapılmalıdır. Farklı lot kullanılmışsa bu bilgi reçete üzerinde açıkça görünmelidir.

6. SU, BOYA VE KİMYASAL EŞDEĞERLİĞİ

Laboratuvarın kullandığı su, boya ve kimyasal ile işletmede kullanılan girdiler aynı teknik özellikte olmalıdır. Ticari adı aynı olan iki ürünün konsantrasyonu, yoğunluğu veya lot gücü farklı olabilir.

Girdi	Eşdeğerlik kuralı	Kontrol amacı
Su sertliği	Laboratuvar ve işletme besleme suyu aynı aralıkta tutulur.	Metal iyonları, sabunlaşma, dispersiyon ve renk tonu etkilenebilir.
İletkenlik	Tuzlu proseslerde başlangıç ve proses içi değerler kaydedilir.	Yanlış elektrolit hesabı boya alım hızını değiştirir.
Boya gücü	Standart boya lotuna karşı lot kontrolü yapılır.	Aynı yüzde, farklı güçte farklı koyuluk verir.
Sıvı ürün yoğunluğu	kg/L değeri güncel teknik föy veya ölçümle doğrulanır.	Litre-kilogram dönüşümü hatası önlenir.
Aktif madde	Katı oranı veya aktif içerik doğrulanır.	%100 katı ile %33 çözelti aynı miktarda yazılmaz.
Stok çözelti	Hazırlama konsantrasyonu, sıcaklık ve kullanım süresi standardize edilir.	Çökeltme, hidroliz ve dozaj hatası azaltılır.
Boya çözme	Su sıcaklığı, karıştırma ve süzme yöntemi ürün sınıfına uygun seçilir.	Topak, leke ve filtre tıkanması önlenir.
Hat yıkama suyu	Dozaj sonrası hatta kalan ürünün banyoya taşınması hesaplanır.	Gerçek banyo hacmi ve kimyasal konsantrasyonu korunur.

7. MAKİNE, FLOTTE VE KUMAŞ DOLAŞIMI EŞDEĞERLİĞİ

Laboratuvar cihazı ile HT jet makinesi aynı hidrodinamik yapıya sahip değildir. Bu nedenle işletme reçetesi hazırlanırken gerçek makine kapasitesi ve proses davranışı reçeteye bağlanmalıdır.

Değişken	Ölçüm / hesap	Risk
Makine yük oranı	Parti kg / makinenin önerilen çalışma kapasitesi	Düşük veya aşırı yük dolaşım, flotte ve enerji kullanımını bozar.
Gerçek banyo hacmi	Makine sayaç değeri veya doğrulanmış hacim tablosu	g/L hesabının temelidir.
Flotte oranı	Gerçek litre / kuru kumaş kg	Teorik 1:5 yazısı gerçek 1:5,6 olabilir.
Kumaş tur süresi	Bir işaretin tekrar aynı noktaya geliş süresi	Dozaj ve bekleme süreleri tur sayısı ile birlikte değerlendirilir.
Pompa basıncı/debisi	Kumaş tipine ve makineye göre kayıtlı ayar	Düzensizlik ve kumaş yüzeyi riskini etkiler.
Düze çapı ve açıklığı	Kumaş gramajı, en ve hassasiyete göre seçim	Halat gerilimi, sürtünme ve dolaşım etkilenir.
Isıtma kapasitesi	Gerçek °C/dk eğrisi	Laboratuvar programına erişilip erişilemediği görülür.
Dozaj sistemi	Tank hacmi, pompa debisi, hat uzunluğu, kalibrasyon	Planlanan dozajın gerçek süresi ve miktarı doğrulanır.

Gerçek flotte oranı = Makinedeki gerçek banyo hacmi (L) / Kuru kumaş ağırlığı (kg)

Örnek: 600 kg kumaş ve 3.240 L gerçek hacim için flotte oranı $3.240 / 600 = 1:5,40$ olur. g/L hesapları 3.240 L üzerinden yapılmalıdır.

Dolaşım kuralı

Dozaj süresi yalnızca dakika ile değil, kumaş tur sayısı ile de kontrol edilmelidir. Çok kısa dozaj, kumaşın bir bölümünün yüksek konsantrasyonla erken karşılaşmasına neden olabilir.

8. ÖLÇEK BÜYÜTME VE TEMEL HESAPLAMALAR

İşletme reçetesi hazırlanırken her ürünün hangi birimle verildiği açık olmalıdır. % HT, g/L, kg, L ve stok çözelti hacmi birbirine karıştırılmamalıdır.

Boyarmadde miktarı (kg) = Boyarmadde % HT × Kuru kumaş kg / 100

Örnek: 600 kg kumaşta 3,00 % HT boyarmadde = $3,00 \times 600 / 100 = 18,00$ kg.

Banyo hacmi (L) = Kuru kumaş kg × Gerçek flotte oranı

Örnek: $600 \text{ kg} \times 5,40 = 3.240$ L gerçek banyo hacmi.

Kimyasal miktarı (kg) = Doz (g/L) × Gerçek banyo hacmi (L) / 1.000

Örnek: $60 \text{ g/L sodyum klorür} \times 3.240 \text{ L} / 1.000 = 194,4$ kg.

Sıvı ürün hacmi (L) = Gerekli ürün kütlesi (kg) / Yoğunluk (kg/L)

Örnek: $27 \text{ kg ürün, yoğunluk } 1,20 \text{ kg/L ise } 27 / 1,20 = 22,5$ L.

Stok çözelti hacmi (L) = Gerekli aktif madde (kg) / Çözelti konsantrasyonu (kg/L)

Örnek: $6 \text{ kg aktif madde için } 0,30 \text{ kg/L stok çözelti kullanılıyorsa } 6 / 0,30 = 20$ L dozlanır.

9. BOYARMADDE VE KİMYASAL MİKTARLARININ İŞLETMEYE ÇEVİRİLMESİ

Matematiksel büyütme, doğru aktarımın yalnızca ilk adımıdır. Üretim reçetesinde ürünün ticari konsantrasyonu, boya lotu, gerçek banyo hacmi, dozaj tankına konacak su ve hat yıkama hacmi ayrıca belirtilmelidir.

Ürün grubu	Reçete birimi	Hesap temeli	İşletme notu
Boyarmadde	% HT	Kuru kumaş kg	Boya lot gücü kontrolü yapılır; kör katsayı kullanılmaz.
Tuz / elektrolit	g/L	Gerçek banyo hacmi	Katı ürün ve çözelti ayrı tanımlanır.
Soda / alkali	g/L veya % HT	Proses standardına göre	Aktif madde ve dozaj süresi yazılır.
Asit	g/L veya mL/L	Ürün yoğunluğu ve konsantrasyonu	Hedef pH ve dozaj eğrisiyle birlikte tanımlanır.
Dispersan / egalizatör	g/L veya % HT	Gerçek ürün konsantrasyonu	Tedarikçi aralığı ve kumaş riskiyle doğrulanır.
Yıkama ürünü	g/L	Yıkama banyosunun gerçek hacmi	Ana boya banyosu hacmiyle karıştırılmaz.
İndirgen madde	g/L	İndirgen temizleme banyosu	Sıcaklık, pH ve bekleme süresiyle birlikte verilir.
Stok çözelti	kg/L veya %	Hazırlama tankı gerçek hacmi	Hazırlama zamanı, sıcaklığı ve son kullanım süresi yazılır.

Katsayı kullanımı

Laboratuvar-ışletme renk farkı belirli kalite, makine ve boya setinde tekrar eden ölçümlerle kanıtlanmadan genel bir "ışletme katsayısı" kullanılmamalıdır. Katsayı; renk derinliği, boya sınıfı, kumaş lotu ve makine bazında izlenmelidir.

10. pH, SICAKLIK, SÜRE VE DOZAJ PROFİLİNİN AKTARILMASI

Aynı başlangıç ve bitiş sıcaklığını yazmak, aynı proses eğrisini oluşturmaz. İşletmede gerçek sıcaklık çıkış hızı, dozaj süresi, karışım gecikmesi ve bekleme süreleri ölçülerek laboratuvar eğrisiyle karşılaştırılmalıdır.

Proses değişkeni	İşletmeye aktarım kuralı
Başlangıç sıcaklığı	Kumaş ve yardımcı banyoda dengeye gelmeden kritik boya/kimyasal verilmez.
Sıcaklık çıkış hızı	Cihazın programı ile makinenin gerçek °C/dk değeri karşılaştırılır.
Bekleme süresi	Süre, hedef sıcaklığa gerçek erişimden sonra başlatılır.
Dozaj süresi	Tank boşalma süresi değil, ürünün banyoya kontrollü giriş süresi esas alınır.
Hat yıkama	Ürün hattında kalmayacak şekilde tanımlı hacim ve süre kullanılır.
pH ölçüm noktası	Dozaj öncesi, dozaj sonrası tam karışım ve kritik bekleme sonu standardize edilir.
Numune alma	Numune alma zamanı, kumaş turu ve banyo durumu kaydedilir.
Soğutma	Hassas lif ve elastan için gerçek soğutma hızı ile çıkış sıcaklığı kontrol edilir.

Süre tanımı

"60 °C'de 60 dakika" ifadesinde süre, makine göstergesi 60 °C'ye ulaştığı anda değil; bütün banyonun hedef sıcaklıkta dengelendiği doğrulandıktan sonra başlatılmalıdır.

11. REAKTİF BOYAMADA LABORATUVARDAN İŞLETMEYE GEÇİŞ

Reaktif boyamada aktarımın en kritik noktaları başlangıç kumaş pH değeri, elektrolit dağılımı, alkali dozajı, banyo iletkenliği, sıcaklık profili ve boyama sonrası sıcak yıkamadır.

Aşama	Aktarım kontrolü
Başlangıç kontrolü	Kasar yeterliliği, kalıntı peroksit, pH, hidrofilite ve kumaş lotu doğrulanır.
Boya ilavesi	Boyarmadde çözüme, süzme, tank konsantrasyonu ve dozaj süresi standardize edilir.
Elektrolit	Katı/çözelti biçimi, toplam g/L, bölme sayısı ve ilaveler arası dolaşım süresi yazılır.
Alkali	Toplam miktar kadar dozaj profili de önemlidir; kademeli veya kontrollü dozaj belirtilir.
Fiksaj	Hedef pH, sıcaklık ve süre birlikte doğrulanır.
Numune	Alkali öncesi ve fiksaj sonu renk yönü kayıt altına alınır.
Yıkama	Soğuk durulama, asit nötralizasyonu gerekiyorsa kontrolü, sıcak yıkama ve final pH planlanır.
Kabul	Kuru numune, standart kondisyon, doğru ışık ve final apre etkisiyle değerlendirilir.

Reaktif boyama uyarısı

Laboratuvarda kısa sürede ve küçük hacimde sağlanan elektrolit/alkali dağılımı, işletmede aynı anda verilirse ani boya alımı ve düzgünlük oluşturabilir. İşletme dozaj süresi kumaş tur süresiyle birlikte belirlenmelidir.

12. DİSPERS BOYAMADA LABORATUVARDAN İŞLETMEYE GEÇİŞ

Dispers boyamada boya dağılımı, pH, sıcaklık çıkış hızı, 130 °C çevresindeki gerçek bekleme süresi, makine basıncı, oligomer yönetimi ve indirgen temizleme aktarımın temel noktalarıdır.

Aşama	Aktarım kontrolü
Boya hazırlama	Uygun su sıcaklığı, dispersiyon, karıştırma ve süzme yöntemi korunur.
pH ayarı	Başlangıç ve proses içi pH ölçümü ürün sistemine göre yapılır.
Sıcaklık çıkışı	Kritik sıcaklık bölgelerinde kontrollü °C/dk değeri uygulanır.
Dolaşım	Kumaş tur süresi, düze ve pompa ayarı kumaş hassasiyetine göre kaydedilir.
Yüksek sıcaklık beklemesi	Süre, gerçek hedef sıcaklığa erişim sonrası başlatılır.
Soğutma	Elastan, kırışma ve oligomer riski için çıkış hızı ve makine açma sıcaklığı kontrol edilir.
İndirgen temizleme	Renk koyuluğu, boya sınıfı ve haslık hedefiyle birlikte ayrı banyo hesabı yapılır.
Final kalite	Yüzey boyası, haslık, oligomer lekesi, kırık ve ısıl boya göçü riski kontrol edilir.

Dispers boyama uyarısı

Laboratuvar cihazı hedef sıcaklığa işletmeden daha hızlı çıkabiliyorsa aynı program adı aynı gerçek eğri anlamına gelmez. İşletme sıcaklık grafiği kaydedilmeli ve kritik bölgeler karşılaştırılmalıdır.

13. ASİT BOYAMADA LABORATUVARDAN İŞLETMEYE GEÇİŞ

Poliamid/asit boyamada pH profili, asit dozajı, sıcaklık çıkış hızı, ilk boya alımı ve boyarmaddelerin birlikte çalışma davranışı aktarımın merkezindedir. Küçük pH farkları dahi renk alma hızını ve düzgünlük riskini değiştirebilir.

Aşama	Aktarım kontrolü
Kumaş kontrolü	Poliamid tipi, elastan oranı, yağ/kir, ısı geçmişi ve başlangıç pH değeri.
Boya seçimi	Boyarmaddelerin uyumu, birlikte çalışma davranışı ve haslık seviyesi.
Yardımcı ürün	Düzgünlük yardımcısı ve iyon tutucunun gerçek ürün konsantrasyonu.
Asit dozajı	Toplam miktar, çözelti konsantrasyonu, dozaj süresi ve hedef pH.
Sıcaklık	Kontrollü çıkış, kritik sıcaklık aralığında dolaşım ve hedef bekleme.
Numune	Kuru değerlendirme yapılmadan yalnız yaş numuneyle karar verilmez.
Art işlem	Gerekli durulama, sabitleme veya yıkama işlemleri renk/haslık hedefiyle seçilir.
Elastan riski	Yüksek sıcaklık, uzun süre, düşük pH ve mekanik gerilim birlikte değerlendirilir.

Asit boyama uyarısı

Laboratuvarda asidin tek seferde verilmesi düzgün sonuç verse bile işletmede aynı uygulama ani boya almına yol açabilir. Asit dozajı, makine karışım süresi ve kumaş tur süresine göre kontrollü yapılmalıdır.

14. RENK FARKI, METAMERİ VE KABUL KARARI

Laboratuvar ile işletme rengi yalnız tek bir ΔE değeriyle değerlendirilmemelidir. Renk yönü, ışık kaynakları, numune hazırlama, kat sayısı, kumaş yönü, nem ve apre etkisi birlikte kontrol edilmelidir.

Kontrol	Ne gösterir?	Kritik not
ΔL^*	Açıklık-koyuluk yönü	Pozitif daha açık, negatif daha koyu.
Δa^*	Kırmızı-yeşil yönü	Pozitif kırmızı, negatif yeşil.
Δb^*	Sarı-mavi yönü	Pozitif sarı, negatif mavi.
ΔC^*	Doygunluk farkı	Renk canlılığı veya matlığı hakkında yön verir.
ΔH^*	Renk açısı farkı	Nüans yönündeki farkı değerlendirmeye yardım eder.
ΔE	Toplam sayısal fark	Tek başına kabul kararı değildir; müşteri toleransı ile kullanılır.
Metameri	Farklı ışıklarda görünüm	D65, TL84, A veya müşteri ışığı altında ayrı kontrol edilir.
Görsel değerlendirme	İnsan gözüyle teknik kontrol	Aynı ışık kabini, aynı bakış açısı, aynı kat ve kondisyon gerekir.

Kabul ilkesi

Spektrofotometre sonucu kabul sınırında olsa bile müşteri açısından kritik nüans yönünde belirgin fark varsa görsel onay alınmadan üretim serbest bırakılmamalıdır.

15. İLK PARTİ, DENEME PARTİSİ VE ONAY PROSEDÜRÜ

Yeni kalite, yeni boya kombinasyonu, yeni makine, yeni müşteri standardı veya yüksek riskli renklerde doğrudan tam parti yerine kontrollü ilk parti yaklaşımı kullanılmalıdır.

Adım	İşlem	Zorunlu kayıt
1	Risk sınıflandırması	Renk koyuluğu, lif karışımı, elastan, makine, termin ve müşteri toleransı değerlendirilir.
2	Uygun makine seçimi	Yük, flotte, düze ve pompa koşulları reçeteye eşleştirilir.
3	Reçete çapraz kontrolü	Laboratuvar, proses ve boya mutfağı hesapları bağımsız kontrol eder.
4	Üretim öncesi toplantı	Kritik dozajlar, numune noktaları ve durdurma kriterleri vardiyaya aktarılır.
5	İlk parti izleme	Sıcaklık, pH, dozaj, tur süresi ve numuneler kayıt altına alınır.
6	Final değerlendirme	Renk, haslık, tuşe, en, gramaj ve çekmezlik hedefleri kontrol edilir.
7	Reçete kapatma	Gerçek kullanılan miktarlar ve düzeltmeler ana reçeteye işlenir.
8	Seri üretim onayı	Yalnız onaylı ilk parti sonrasında aynı koşullarda seri üretime geçilir.

İlk parti kuralı

İlk parti sonucu yalnız renk açısından değil, bütün final kalite sonuçlarıyla birlikte onaylanmalıdır. Rengi doğru fakat haslığı, tuşesi veya çekmezliği uygunsuz olan reçete seri üretim reçetesi sayılamaz.

16. REÇETE AKTARIM FORMU VE YETKİ ZİNCİRİ

Reçete aktarımı sözlü bilgiyle veya yalnız boya yüzdelerinin yazıldığı basit bir listeye yürütülmemelidir. Form, hangi verinin kim tarafından doğrulandığını ve üretimde hangi gerçek koşulların kullanıldığını göstermelidir.

Rol	Temel sorumluluk
Laboratuvar	Onaylı standart, numune reçetesi, ölçüm sonuçları, boya lotu ve numune koşullarını hazırlar.
Proses sorumlusu	Makine, flotte, dozaj, sıcaklık, süre ve yıkama planını işletme koşullarına çevirir.
Boya/kimyasal mutfağı	Miktarları, stok çözeltileri, aktif maddeyi ve tank hazırlığını doğrular.
Planlama	Uygun makine, parti büyüklüğü ve sıra planını teyit eder.
Vardiya mühendisi/amiri	Kritik adımları ekibe aktarır ve proses kayıtlarını takip eder.
Kalite	Kabul kriteri, ışık kaynakları, numune kondisyonu ve final onayı yürütür.
Boyahane yönetimi	Sapma halinde durdurma, ilave veya yeniden işlem kararını yetki matrisiyle verir.

Formda bulunması gerekenler

Kumaş lotu ve kg, makine kodu, gerçek flotte, boya/kimyasal ticari adı ve lotu, % HT veya g/L, gerçek kg/L miktarı, stok çözelti konsantrasyonu, dozaj süresi, sıcaklık eğrisi, pH kontrol noktaları, numune sonuçları, düzeltmeler ve onay imzaları.

17. KÖK NEDENLER, PERFORMANS GÖSTERGELERİ VE İYİLEŞTİRME

Laboratuvar-işletme farkı tekrar ediyorsa sorun yalnız laboratuvar reçetesi olarak tanımlanmamalıdır. Farkın hangi değişkenle ilişkili olduğu ölçülmeli ve kodlanmalıdır.

Kök neden grubu	Örnek nedenler
Kumaş/ön terbiye	Farklı lot, yetersiz kasar, kalıntı peroksit, pH veya beyazlık farkı
Su	Sertlik, iletkenlik, metal iyonu veya sıcaklık farkı
Boya/kimyasal	Lot gücü, konsantrasyon, yoğunluk, hazırlama veya tartım hatası
Makine	Gerçek hacim, pompa, düze, sensör, ısıtma veya dozaj kalibrasyonu
Proses	Yanlış çıkış hızı, dozaj süresi, bekleme başlangıcı veya numune zamanı
Laboratuvar	Temsil etmeyen numune, yanlış kondisyon, cihaz sapması veya kayıt eksikliği
İnsan/iletişim	Sözlü değişiklik, vardiya devri, yetkisiz müdahale veya form dışı uygulama
Kalite standardı	Yanlış standart, ışık, tolerans veya müşteri onayının eksikliği

Gösterge	Hesap / izleme yöntemi
İlk seferde doğru üretim oranı	İlavesiz ve yeniden işlemsiz onaylanan parti / toplam parti × 100
Laboratuvar-işletme uyum oranı	Belirlenen renk toleransında çıkan ilk partiler / toplam ilk partiler × 100
Ortalama ΔE farkı	İlk parti sonuçlarının laboratuvar onayına göre ortalama toplam renk farkı
Reçete değişiklik oranı	Üretimde değiştirilen reçete / toplam reçete × 100
Hesaplama hata oranı	Miktar, konsantrasyon veya birim hatalı reçete / toplam reçete × 100
Makine bazlı sapma	Aynı kalite-renkte makineye göre renk farkı dağılımı
Boya lotu etkisi	Lot değişimlerinde gerekli düzeltme ve farkların izlenmesi
Aktarım kaynaklı maliyet	İlave, tekrar işlem, enerji, su, işçilik ve kapasite kaybı toplamı

İyileştirme ilkesi

Düzeltilme katsayısı, yalnız aynı değişken altında tekrar eden en az birkaç doğrulanmış parti sonucuyla oluşturulmalı; tarih, makine, kalite, renk grubu ve boya lotuyla birlikte revizyon kontrolüne alınmalıdır.

18. ÖRNEK HESAPLAR, DEĞERLENDİRME SORULARI VE KISA SÖZLÜK

18.1 Örnek işletme hesabı

Üretim partisi: 600 kg pamuk örme kumaş. Gerçek flotte oranı: 1:5,40. Laboratuvar reçetesi: toplam 3,00 % HT reaktif boyarmadde, 60 g/L sodyum klorür ve 15 g/L soda.

Hesap	İşlem	Sonuç
Gerçek banyo hacmi	$600 \times 5,40$	3.240 L
Toplam boyarmadde	$3,00 \times 600 / 100$	18,00 kg
Sodyum klorür	$60 \times 3.240 / 1.000$	194,40 kg
Soda	$15 \times 3.240 / 1.000$	48,60 kg
30 % stok soda çözeltisi kullanılacaksa	$48,60 / 0,30$	162,00 kg çözelti

Hesap notu

Bu örnek yalnız matematiksel dönüşümü gösterir; gerçek uygulama değerleri işletme koşullarıyla ayrıca doğrulanır.

18.2 Değerlendirme soruları

- Laboratuvar numunesi ile üretim kumaşı aynı kalite kodunda olduğu halde hangi nedenlerle farklı renk verebilir?
- % HT ile g/L hesabı arasındaki temel fark nedir?
- Gerçek flotte oranı neden makine minimum hacminden ölçülmelidir?
- Dozaj süresi neden kumaş tur süresiyle birlikte değerlendirilir?
- Reaktif, dispers ve asit boyamada aktarımın en kritik değişkenleri nelerdir?
- Genel bir laboratuvar-işletme katsayısı neden bütün renklerde kullanılmamalıdır?
- İlk parti onayında renk dışında hangi final kalite değerleri kontrol edilmelidir?
- Aktarım sapmalarının azaltılması için hangi performans göstergeleri izlenmelidir?

18.3 Kısa sözlük

Terim	Açıklama
Aktif madde	Ticari ürünün proses üzerinde etkili olan gerçek kimyasal kısmı.
Çapraz kontrol	Bir hesap veya reçetenin farklı bir yetkili tarafından bağımsız olarak doğrulanması.
Gerçek flotte	Makinede fiilen bulunan toplam banyo hacminin kumaş ağırlığına oranı.
Kondisyonlama	Numunenin ölçüm öncesinde belirlenmiş sıcaklık ve nem şartlarında dengeye getirilmesi.
Lot gücü	Yeni boya lotunun kabul edilmiş standart lota göre renk verme kuvveti.
Reçete revizyonu	Onaylı üretim sonuçlarına göre reçetede kontrollü ve izlenebilir değişiklik yapılması.
Tur süresi	Kumaşın makine içinde bir tam dolaşımı tamamlama süresi.
Yetki matrisi	Hangi teknik kararın kim tarafından verileceğini ve onaylanacağını gösteren sistem.

Sonuç

Laboratuvardan işletmeye başarılı geçiş; doğru hesap, eşdeğer malzeme, ölçülmüş makine koşulları, kontrollü proses eğrisi ve kayıtlı ilk parti sonucunun birlikte yönetilmesidir. Amaç laboratuvar rengini taklit etmek değil, aynı kalite hedefini üretim ölçeğinde tekrarlanabilir hale getirmektir.