

BB-KSS MASTER DOKÜMAN

200 m³/gün RO Sistemi

Yatırım Maliyeti, İşletme Gideri ve Geri Ödeme Analizi

Tekstil boyahanesi proses suyu senaryosu • Temmuz 2026 • v1.0



Ön sonuç: Anahtar teslim 200 m³/gün net permeat kapasiteli bir RO sistemi için güvenli ön yatırım bütçesi 6,5–8,0 milyon TL + KDV aralığında ele alınmalıdır. Basit geri ödeme, ikame edilen su maliyetine bağlıdır; 40 TL/m³ seviyesinde yaklaşık 4,1 yıl, 50 TL/m³ seviyesinde yaklaşık 2,9 yıl, 60 TL/m³ seviyesinde yaklaşık 2,3 yıldır.

1. Yönetici Özeti

Bu doküman, yüklenen ön fizibilite notunu ana kaynak kabul ederek 200 m³/gün net permeat kapasiteli bir ters osmoz sisteminin teknik kapsamını, bütçe aralığını, işletme maliyetini ve geri ödeme senaryolarını temizlenmiş bir master doküman yapısında yeniden düzenler.

Başlık	Güncellenmiş BB-KSS kabulü	Uygulama yorumu
Net permeat kapasitesi	200 m ³ /gün	Boyahane proses suyu için günlük kullanılabilir net RO suyu.
Saatlik kapasite	9-10 m ³ /saat	20-22 saat/gün çalışma kabulüne göre.
Yatırım bütçesi	6,5-8,0 milyon TL + KDV	Tank, montaj, otomasyon ve devreye alma kapsamı dahil güvenli ana senaryo.
İşletme gideri	12-16 TL/m ³ permeat	Ham su bedeli, konsantre bertarafı, finansman, amortisman ve KDV hariç.
Tipik geri ödeme	2,5-4 yıl	İkame edilen toplam su maliyeti 40-60 TL/m ³ aralığındaysa geçerli.
Ana teknik koşul	Doğru ön arıtma + düzenli analiz	Sertlik, silis, alkalinite, demir/mangan ve SDI kontrol edilmeden %75 geri kazanım hedeflenmemeli.

Net karar: Yatırım teknik olarak uygulanabilir; ancak ekonomik karar suyun gerçek ikame maliyeti, permeat kullanım oranı ve konsantre yönetimi doğrulanmadan verilmemelidir.

2. Kaynak Dosya İncelemesi ve Temizleme Kararları

Kontrol konusu	Tespit	BB-KSS kararı
Ana iddia	Yüklenen dosyada 6,5-8,0 milyon TL + KDV yatırım ve 2,5-4 yıl geri ödeme ön sonucu verilmiş.	Korundu; fakat geri ödeme ifadesi ikame su maliyetine bağlı koşullu sonuca çevrildi.
Kapasite hesabı	200 m ³ /gün, 20-22 saat/gün, 9-10 m ³ /saat hesabı tutarlı.	Korundu.
Geri kazanım	%70-75 kabulü verilmiş; yüksek sertlik, silis, alkalinite, demir/mangan ve SDI riskinde uyarı var.	Korundu ve başlangıç tasarımı için %65-70 güvenli aralık önerisi eklendi.
İşletme maliyeti	Kalem toplamı yaklaşık 8,4-17,6 TL/m ³ ; dosyada 8,5-17,6 TL/m ³ yuvarlanmış.	Yuvarlama notu ile 12-16 TL/m ³ güvenli fizibilite aralığı korundu.
Eksik veriler	Ham su analizi, saatlik tüketim profili, gerçek elektrik tarifi, konsantre planı ve tedarikçi teklifleri eksik.	Kesin fizibilite ön şartları bölümüne taşındı.
Video çıktısı	Talepte video dahil edilmemesi belirtilmiş.	Video planı ve video üretim maddeleri dosyadan çıkarıldı.

3. Tasarım Esasları

Parametre	Kabul	Hesap / not
Net permeat kapasitesi	200 m ³ /gün	İşletmenin kullanılabilir RO suyu ihtiyacı.
Çalışma süresi	20-22 saat/gün	Bakım, duruş ve CIP için güvenli boşluk bırakır.
Saatlik net kapasite	9-10 m ³ /saat	200/22=9,1; 200/20=10,0 m ³ /saat.
RO geri kazanımı	%70-75	Ham su kalitesi uygunsa. Riskli sularda ilk tasarım %65-70 doğrulanmalı.
Gerekli ham su	267-286 m ³ /gün	200 / 0,75 = 267; 200 / 0,70 = 286.
Konsantre / rejekt	67-86 m ³ /gün	Ham su - permeat.
Yıllık çalışma	330 gün/yıl	Bakım ve üretim duruşları düşülmüş kabul.
Yıllık permeat	66.000 m ³ /yıl	200 × 330.

Teknik sınır: RO tasarımında yalnız kapasite hesabı yeterli değildir. Sertlik, silis, alkalinite, demir/mangan, serbest klor, organik madde, bulanıklık, SDI ve sıcaklık birlikte okunmalıdır. Bu değerler kötü ise yatırım bütçesi değil, ön arıtma mimarisi değişir.

Şema: Boyahane proses suyu için ön arıtma + çift hatlı RO yaklaşımı



4. Önerilen Sistem Konfigürasyonu

Bölüm	Asgari kapsam	Neden gerekli?
Ham su dengeleme	Ham su tankı + besleme pompası	RO hattına sabit debi ve basınç sağlar.
Multimedya filtre	Otomatik ters yıkamalı kum/multimedya filtre	Partikül yükünü azaltır, kartuş ve membran ömrünü korur.
Aktif karbon / deklorinasyon	Aktif karbon veya SMBS dozajı	TFC membranlar oksidana hassastır; serbest klor riski düşürülür.
Yumuşatma / antiskalant	Sertliğe ve LSI/S&DSI sonucuna göre	Kireç ve mineral scaling riskini azaltır.
Kartuş filtre	5 µm güvenlik filtresi	Membrana son fiziksel koruma.
RO skid	2 × 100 m ³ /gün veya 2 × 5 m ³ /saat	Tek hat bakımdayken diğer hat üretim yapabilir; işletme riski azalır.
CIP sistemi	Kimyasal yıkama tankı, pompa ve hat bağlantıları	Membran performans düşüşünde kontrollü temizlik yapılır.
Otomasyon	PLC-HMI, debi/basınç/iletkenlik/sıcaklık ölçümleri	Veriye dayalı işletme ve alarm yönetimi sağlar.
Permeat/konsantre hatları	Tank, borulama, drenaj/geri kullanım planı	Üretilen suyun ve rejektin kontrollü yönetimi.

BB-KSS önerisi: Tek büyük skid yerine 2 × 100 m³/gün modüler yapı tercih edilmelidir. Düşük tüketimde tek hat çalıştırılır; bir hat CIP veya bakımdayken diğeri üretime devam eder.

5. Yatırım Kapsamı ve Bütçe

Sistem kapsamı	Tahmini yatırım	BB-KSS yorumu
Temel RO skid, pompalar, membranlar ve kontrol panosu	3,0–4,5 milyon TL	Yalnız ana ekipman; sahada eksik kalem riski yüksek.
Ön arıtma + RO + CIP + dozaj + otomasyon	4,5–7,0 milyon TL	Teknik olarak daha doğru ara senaryo.
Tank, borulama, montaj, elektrik ve devreye alma dahil	6,0–9,0 milyon TL	Anahtar teslim bütçe konuşması için en gerçekçi bant.
İleri ön arıtma / atık su geri kazanım RO	8,0–14,0 milyon TL	Daha kirli su veya geri kazanım senaryosunda ayrı fizibilite gerekir.

Güncellenmiş ana bütçe: Bu master dokümanda 200 m³/gün proses suyu için güvenli ana yatırım bandı 6,5–8,0 milyon TL + KDV olarak korunmuştur. Bu rakam kesin teklif değildir; en az üç anahtar teslim teklif ve ham su analizi ile doğrulanmalıdır.

6. İşletme Maliyeti

Gider kalemi	Tahmini TL/m ³	Uygulama açıklaması
Elektrik	3,5–6,5	Pompa basıncı, geri kazanım, su sıcaklığı ve gerçek sanayi/OSB tarifesine bağlıdır.
Antiskalant ve diğer kimyasallar	1,5–3,0	Ham su sertliği, silis ve alkalinite yükseldikçe artar.
Kartuş filtre	0,4–0,8	Ön arıtma zayıfsa kartuş sarfiyatı hızla yükselir.
Membran yenileme karşılığı	0,8–1,8	Membran ömrü ham su ve CIP disiplinine bağlıdır.
CIP kimyasalları	0,4–1,0	Fouling/scaling sıklığına bağlıdır.
Bakım ve yedek parça	0,8–1,5	Pompa, vana, sensör, contalar ve servis maliyetleri.
Operasyon ve analiz	0,5–1,5	Günlük ölçüm, laboratuvar ve operatör takibi.
Ön arıtma kayıpları	0,5–1,5	Ters yıkama, drenaj, reçine rejenerasyonu vb.
Toplam model aralığı	8,4–17,6	Matematiksel kalem toplamı.
Güvenli fizibilite kabulü	12–16	Ön fizibilite için kullanılacak ana aralık.

Hariç tutulanlar: Ham su temin bedeli, konsantre bertarafı, finansman gideri, amortisman, KDV, bina/altyapı yatırımı ve olası üretim duruş maliyetleri bu TL/m³ hesabına dahil değildir.

7. Geri Ödeme Analizi

Model kabulleri: 7.000.000 TL yatırım, 66.000 m³/yıl permeat üretimi ve 14 TL/m³ RO işletme gideri. Hesap basit geri ödeme hesabıdır; finansman, kur farkı, amortisman ve vergi etkisini içermez.

İkame edilen toplam su maliyeti	Net avantaj	Yıllık net kazanç	Basit geri ödeme
30 TL/m ³	16 TL/m ³	1.056.000 TL	6,6 yıl
40 TL/m ³	26 TL/m ³	1.716.000 TL	4,1 yıl
50 TL/m ³	36 TL/m ³	2.376.000 TL	2,9 yıl
60 TL/m ³	46 TL/m ³	3.036.000 TL	2,3 yıl
75 TL/m ³	61 TL/m ³	4.026.000 TL	1,7 yıl

Ek proses kazancı varsayımı	Yıllık ek fayda	Geri ödeme etkisi
+5 TL/m ³ proses faydası	330.000 TL/yıl	50 TL/m ³ senaryosunda geri ödeme yaklaşık 2,6 yıla iner.
+10 TL/m ³ proses faydası	660.000 TL/yıl	50 TL/m ³ senaryosunda geri ödeme yaklaşık 2,3 yıla iner.

Karar eşiği: İkame edilen toplam su maliyeti 40 TL/m³ altındaysa yatırım yalnız finansal açıdan zayıflar. 50 TL/m³ ve üzeri seviyelerde geri ödeme güçlenir. Hedef geri ödeme süresi 3 yılın altında tutulacaksa gerçek tasarruf 35–40 TL/m³ net avantaj üretmelidir.

8. Boyahane Proses Kazançları

Kazanç alanı	Sahadaki anlamı	Uygulama örneği
Renk tekrarları	Su kalitesi değişkenliği azaldıkça laboratuvar-üretim farkı düşer.	Açık bej, gri, pastel mavi gibi hassas renklere tekrar reçete düzeltme ihtiyacı azalır.
Reçete tekrarlanabilirliği	İyon yükü, sertlik ve iletkenlik dalgalanması kontrol altına alınır.	Aynı reçete farklı günlerde daha yakın sonuç verir.
Sabunlama ve yıkama verimi	Düşük sertlik, durulama kalitesini ve yüzey temizliğini iyileştirir.	Reaktif boyama sonrası sabunlama banyosunda su kaynaklı tortu/çökelti riski azalır.
Makine ve hat koruma	Kireçlenme ve mineral birikimi azalır.	Eşanjör, nozul, pompa ve hat yüzeylerinde bakım sıklığı düşebilir.
Kimyasal stabilite	Dozaj dalgalanması ve kontrolsüz pH/sertlik etkisi azalır.	Sequestrant veya yumuşatıcı kimyasal ihtiyacı optimize edilebilir.
Laboratuvar suyu	Lab-dip ve üretim suyu arasındaki fark küçülür.	Lab sonucu ile parti sonucu arasındaki yorum hatası azalır.

9. Kesin Fizibilite İçin Zorunlu Veriler

Veri	Neden gerekli?	Minimum kontrol
Ham su analizi	Ön arıtma ve membran tasarımının temelidir.	pH, iletkenlik/TDS, sertlik, alkalinite, silis, demir, mangan, klorür, sülfat, TOC/COD, bulanıklık, SDI.
Saatlik/günlük tüketim profili	RO kapasitesi ve tank hacmi doğru seçilir.	En az 2 haftalık saatlik su tüketimi kaydı.
Mevcut su birim maliyeti	Geri ödeme hesabını belirler.	Su + atık su + enerji + kimyasal + kayıp maliyetleri ayrı ayrı.
Hedef permeat iletkenliği	Teknik kalite beklentisini netleştirir.	Boyahane prosesleri için hedef aralık işletmeye göre tanımlanmalı.
Konsantre planı	Atık debi ve maliyet riski yönetilir.	Drenaj, geri kullanım veya atık su tesisine yük etkisi.
Tedarikçi teklifleri	Bütçe kesinleşir.	Aynı teknik şartnameyle en az 3 anahtar teslim teklif.

10. Uygulama Örnekleri

Senaryo	Nasıl uygulanır?	Karar
OSB/şebeke suyu pahalı, kalite orta	Ön arıtma + 2 hat RO + permeat tankı ile direkt proses suyu.	Genellikle en güçlü geri ödeme senaryosu.
Kuyu suyu ucuz ama sertlik yüksek	Yumuşatma/antiskalan ve düşük başlangıç geri kazanımı ile tasarım.	Geri ödeme daha uzun olabilir; proses kalitesi ana gerekçe olur.
Atık su geri kazanımı hedefleniyor	UF/ileri ön arıtma + RO + konsantre yönetimi gerekir.	Ayrı mühendislik ve çevresel izin fizibilitesi gerekir.
Hassas açık renk üretimi yoğun	RO suyu öncelikle lab, kimyasal hazırlama, boyama ve son durulamada kullanılır.	Kalite kazancı finansal tasarrufa eklenmelidir.

11. Uygulama Planı

Aşama	İş	Çıktı
1	Ham su ve mevcut proses suyu analizleri alınır.	Su karakterizasyon raporu.
2	Tüketim profili ve su maliyetleri çıkarılır.	Günlük/saatlik debi ve TL/m ³ maliyet tablosu.
3	Teknik şartname hazırlanır.	Aynı kapsamla teklif alınabilir şartname.
4	3 tedarikçi teklifi karşılaştırılır.	CapEx, OpEx, garanti ve servis karşılaştırması.
5	Pilot/numune doğrulama yapılır.	Hedef permeat iletkenliği ve membran riskleri.
6	Kurulum, devreye alma ve operatör eğitimi tamamlanır.	Devreye alma tutanağı + başlangıç performans değerleri.
7	İlk 90 gün performans izlenir.	Debi, basınç, iletkenlik, recovery, CIP ihtiyacı trendleri.

12. BB-KSS Kalite Kontrol Listesi

Kontrol	Durum	Not
Kaynak dosya ana veri olarak kullanıldı	Tamam	Yatırım, kapasite, opex ve geri ödeme tabloları korunarak güncellendi.
Çelişkiler işaretlendi	Tamam	Geri ödeme ifadesi koşullu hale getirildi; opex yuvarlama notu eklendi.
Güncel kaynaklarla kontrol edildi	Tamam	RO ön arıtma, SDI, recovery ve elektrik maliyet değişkenliği kaynakları eklendi.
Tekrarlar birleştirildi	Tamam	Bütçe ve işletme maliyeti tek ana modelde toplandı.
Gereksiz/video bölümü çıkarıldı	Tamam	Video üretimi dahil edilmedi.
Teknik dil sadeleştirildi	Tamam	Her bölümde saha yorumu ve uygulama örneği kullanıldı.
İki aşamalı kontrol yapıldı	Tamam	Hesap kontrolü + yayın paketi dosya kontrolü uygulanacak.

13. Kaynaklar ve Doğrulama Notları

Kaynak	Kullanım amacı
Ana kaynak dosya	BB-KSS_200m3-gun_RO_Maliyet_Geri_Odeme(1).docx, kullanıcı tarafından yüklenen teknik ön değerlendirme.
RO tasarım ve recovery doğrulaması	Lenntech, Reverse Osmosis: tap water/BWRO/SWRO recovery, pressure and energy design data. Erişim: 20.07.2026.
SDI ve fouling kontrolü	Lenntech, Silt Density Index: SDI değerleri ve membran fouling yorumu. Erişim: 20.07.2026.
Ön arıtma doğrulaması	Lenntech, Reverse Osmosis Pretreatment: partikül, kolloidal, organik, mineral ve oksidant fouling önlemleri. Erişim: 20.07.2026.
Enerji maliyeti değişkenliği	EPDK/Resmî Gazete ve OSB tarife duyuruları; sanayi elektrik maliyeti bölge ve tarife tipine göre değişir. Erişim: 20.07.2026.
Tekstil su tüketimi arka planı	European Commission Textile BREF ve tekstil boyahanelerinde su tüketimi literatürü; kesin değer işletme bazında ölçülmelidir.

BB-KSS uyarı: Bu doküman yatırım kararı için ön fizibilite ve yayın master dokümanıdır. Kesin yatırım kararı, teklif, ham su analizi ve yerinde mühendislik keşfi olmadan verilmemelidir.