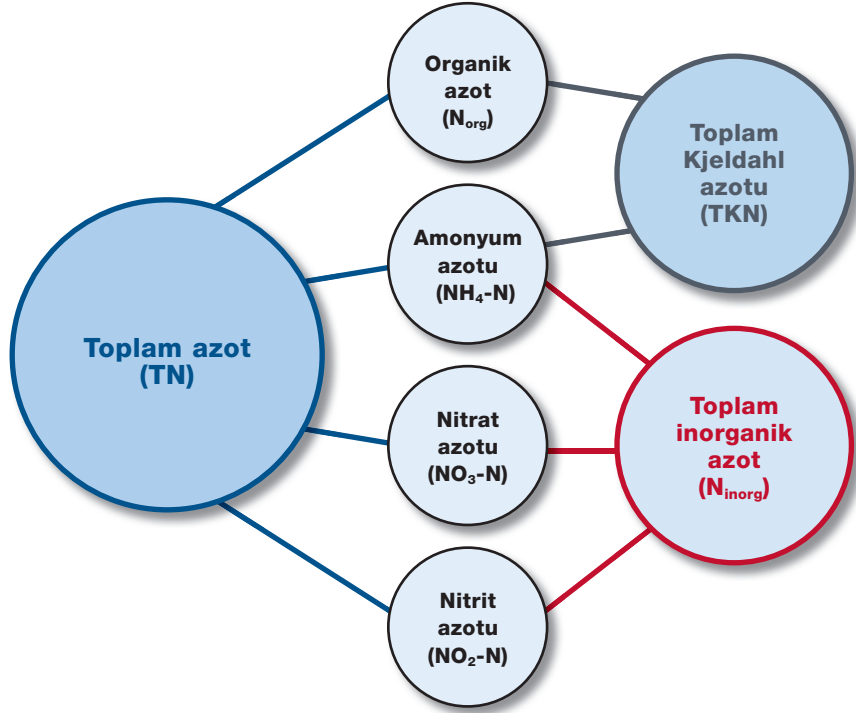


## UYGULAMA RAPORU

LABORATUVAR ANALİZİ & PROSES ANALİZİ  
NÜTRİYENTLER  
AZOT BİLEŞİKLERİ



# Azot parametreleri: Nitrifikasyon, Denitrifikasyon & Diğer N İşlemleri

**Azot bileşiklerinin giderilmesi** atıksu arıtımının en önemli aşamasıdır. **Nitrifikasyon** ve **denitrifikasyon** dışarı akış konsantrasyonlarının yasal gerekliliklere uygun olmasını sağlayacak şekilde mümkün olduğunca etkili bir biçimde kontrol edilmelidir. Bu, sürekli bir şekilde sabit ve uygun maliyetli tesis işletimi hedeflenen ve oldukça kapsamlı her N parametresinin ölçümüne dayanan analizlerin gerçekleştirildiği yerdir. En iyi sonuçlar atıksu arıtım prosesinin uygun ölçüm noktalarında ve çıkışında **laboratuvar analizi** (küvet testleri) ile **proses ölçüm teknolojisinin** (online sensörler) **bir kombinasyonu** kullanılarak elde edilir.



**Yazan:**  
**Petra Pütz**  
- "Diplom-Ingenieur", kimya  
- HACH LANGE laboratuvar ürünleri uygulamaları



**LANGE**

UNITED FOR WATER QUALITY

# Atıksu arıtımı: Azot giderimi



Şekil 1: Dengeleme ve çıkış akışının izlenmesi için ideal - Toplam azotun (TN) belirlenmesi için LATON küvet testleri



Şekil 2: LANGE küvet testleri ile kesin sonuçlar için spektrofotometre; örneğin azot analizi için



Şekil 3: Nitrat azotunun sürekli izlenmesi ve nitrifikasyon prosesinin kontrol edilmesi için NITRATAX sc

## Yasal esas

Azot bileşiklerinin yüzeysel suları üzerinde çeşitli etkileri vardır:

- $N_{org}$  – oksijeni kuvvetli bir biçimde tüketir
- $NH_4^+$  – oksijeni tüketir; pH > 8'de, balıklar için zehirli
- $NO_3^-$  – ötrifikasyona neden olur
- $NO_2^-$  – balıklar için çok zehirli

Bu nedenle yönetmeliklerde yüzeysel sularına atıksu deşarjlarında azot bileşikleri için limit değerler tanımlanmıştır. Kentsel atıksu arıtımı ile ilgili AB yönergesi (91/271/EEC) uyarınca bir atıksu arıtma tesisinin çıkış akışındaki toplam azot (TN) 15 mg/L ya da 10 mg/L'lik (tesis boyutuna bağlı olarak) bir limit değeri geçmemelidir ya da tesisin giriş akışındaki konsantrasyondan en az % 70-80 daha düşük olmalıdır. Üye Devletlerin çoğu genellikle farklı yükümlülükler ilave etmişlerdir. Örneğin Almanya'da atıksu ile ilgili Genel İdari Yapı Düzenlemesi [Rahmen-Abwasser-Verwaltungsvorschrift]  $NH_4-N$  ve  $N_{inorg}$  için minimum gereklilikleri belirtmektedir. Ayrıca atıksu yüklerini belirlemek için inorganik bileşiklerdeki toplam azot kullanılmaktadır.

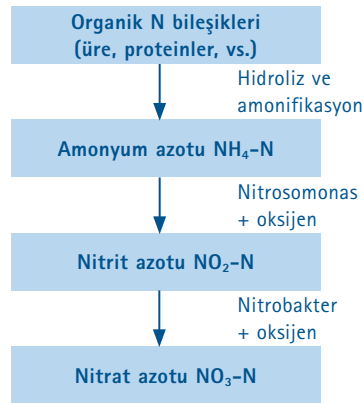
## Azot giderimi

Bir kentsel atıksu arıtma tesisinin giriş akışındaki azot; büyük oranda organik amonyum (üre, proteinler vs.) ve amonyum azotu şeklinde mevcuttur. İki parametrenin birbiri ile tam ilişkisi  $N_{org}$ 'in  $NH_4-N$ 'e dönüşümünün başladığı atıksu ağının uzunluğunu da içeren bir çok faktöre bağlıdır. Amonifikasyon prosesinin atıksu arıtma tesisinde devam etmesi ile havalandırma tanklarının giriş akışındaki azotun çok büyük bir bölümünün  $NH_4-N$  formunda olması sağlanır.

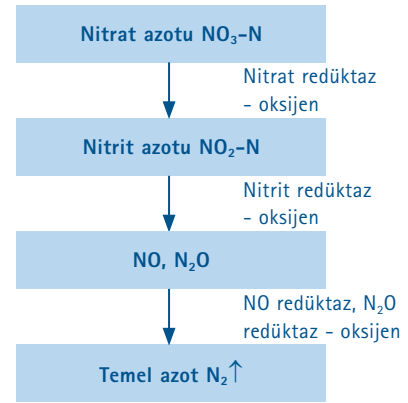
## → Nitrifikasyon

Biyolojik atıksu arıtma aşaması süresince,  $NH_4-N$ , eklenen oksijenin de yardımıyla  $NO_2-N$ 'e ve daha sonra  $NO_3-N$ 'e dönüştürülmektedir. Ancak nitrifikasyondan sorumlu mikroorganizmalar (Nitrosomonas ve Nitrobakter) son derece hassastır. Bunlar, en az 12 °C'lik sabit sıcaklık, uygun bir C:N:P oranı ve yeterli miktarda eklenen oksijene ihtiyaç duyarlar. Çamurun yaşı, azotlama bakterilerinin yavaş çoğalmalarına göre ayarlanmalıdır. Eğer nitrifikasyon prosesi bozulursa, bunun yeniden stabilize olabilmesi birkaç gün sürebilir.

## Nitrifikasyon (aerob)



## Denitrifikasyon (anaerobik)



Şekil 4: Azot giderimi ile ilgili parçalama prosesleri

**Tablo 1: Farklı azot parametrelerine ve belirleme seçeneklerine genel bakış**

N bileşikleri	Formül	Numune hazırlama	Küvet testleri	Proses cihazları	Ölçüm noktaları, ilgi
Organik azot	$N_{org}$	Homojenleştirme, sindirim			Atık su arıtma tesisinin giriş akışı; atıksu arıtımı süresince $NH_4-N$ 'e dönüşüm
Amonyum azotu	$NH_4-N$	Filtrasyon	LCK302 LCK303 LCK304 LCK305	AISE sc AN-ISE sc AMTAX sc	Atık su arıtma tesisinin giriş akışı; havalandırma, atık su arıtma tesisinin çıkış akışı; nitrifikasyon/denitrifikasyon kontrolü, limit değerlerin izlenmesi
Nitrat azotu	$NO_3-N$	Filtrasyon	LCK339 LCK340	NISE sc AN-ISE sc NITRATAX sc	Havalandırma, atık su arıtma tesisinin çıkış akışı; nitrifikasyon/denitrifikasyon kontrolü, limit değerlerin izlenmesi
Nitrit nitrifikasyonu	$NO_2-N$	Filtrasyon	LCK341 LCK342 LCK541		Havalandırma, atık su arıtma tesisinin çıkış akışı; nitrifikasyon/denitrifikasyonun nispeten kararsız ara ürünü, limit değerlerin izlenmesi
İnorganik azot (= $NH_4-N + NO_3-N + NO_2-N$ )	$N_{inorg}$ (mevzuatta genellikle kafa karıştırıcı bir biçimde $N_{toplam}$ olarak bahsedilir)	Filtrasyon	LCK302/303/ 304/305 + LCK339/340 + LCK341/342/541		Atık su arıtma tesisinin çıkış akışı; limit değerlerin izlenmesi, atıksu yükleri için ilgili parametre
Kjeldahl azotu = $N_{org} + NH_4-N$	TKN	Homojenleştirme, sindirim			Atık su arıtma tesisinin giriş akışı; dengeleme
Toplam azot (= $N_{org} + NH_4-N + NO_3-N + NO_2-N$ )	TN	Homojenleştirme, sindirim	LCK138 LCK238 LCK338		Atık su arıtma tesisinin giriş akışı, atık su arıtma tesisinin çıkış akışı; dengeleme, AB yönergesi uyarınca limit değerlerin izlenmesi

Önemli: Atıksu analizinde konsantrasyonlar her zaman N içeriği cinsinden ifade edilir! Bu nedenle sonuçlar xx N şeklinde gösterilir (dönüşüm faktörleri:  $NH_4-N \times 1,3 = NH_4^+ / NO_3-N \times 4,4 = NO_3^- / NO_2-N \times 3,3 = NO_2^-$ ).

**→ Denitrifikasyon**

Anoksik koşullar altında,  $NO_3-N$ , ara ürünler  $NO_2-N$  ve  $NO/N_2O$  aracılığıyla temel azota dönüştürülmektedir. Denitrifikasyon biyolojik arıtma aşamasından önce (akıntıya karşı), arıtma aşaması süresince (eşzamanlı) ya da biyolojik arıtma aşamasından sonra (akıntı yönünde, nadiren) gerçekleştirilir. Biyolojik olarak kolayca parçalanabilen karbonun yeterli miktarda varlığı bu proses için önemlidir. Hiç çözünmüş oksijen olmamalıdır.

**Literatür**

- HACH LANGE Uygulama Raporu "The right process measurement technology for N and P degradation", (DOC043.52.30007.Feb08), Şubat 2008.
- HACH LANGE Uygulama Raporu "Atıksu arıtımı için en uygun nütrient oranları", (DOC040.94.10005.Mar08), Mart 2008
- Kentsel atıksu arıtımı ile ilgili 21 Mayıs 1991 tarihli AB yönergesi (91/271/EEC)



Şekil 5: Amonyum azotu içeriğinin kararlı ve sürekli izlenmesi için yenilikçi CARTRICAL teknolojisine sahip iyon seçici probu

# N giderimi: En uygun analiz vasıtasıyla optimum işletim güvenilirliği

Sadece düzenli ve hedefe yönelik olarak yapılan her bir azot parametresinin ölçümü ile işlevsel ve uygun maliyetli azot giderimi mümkün olur:

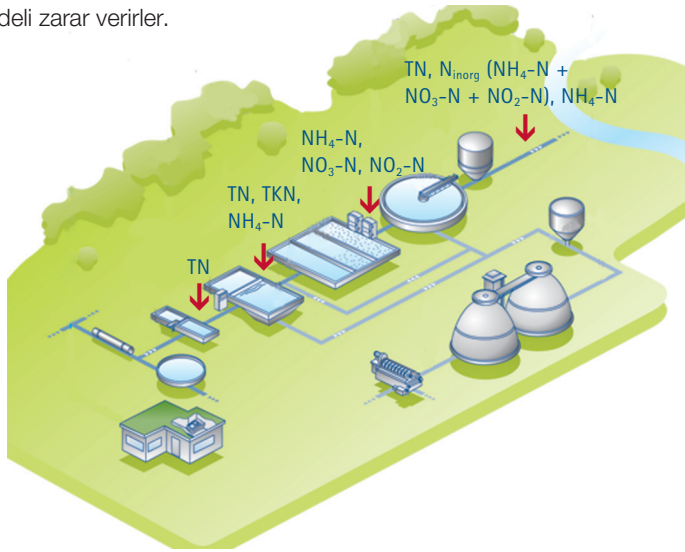
**Proses sensörleri ile online** ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ) ve **LANGE küvet test sistemi ile laboratuarda** ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$ , TN).

Mikroorganizmalar yeni koşullara yavaş yavaş uyum sağladıkları için tesisdeki veya tesisin giriş akışındaki değişikliklerin daha dikkatli ve daha yakından izlenmesi gerekmektedir. Bu özellikle oldukça hassas olan nitrifikasyon bakterileri için geçerlidir. Biyolojik sistemin değişikliklere uyum sağlaması ve maksimum biyolojik bozunma veriminin elde edilmesi için birkaç gün geçebilir. Aynı durum biyolojik sistemi bozan bir olay (örneğin giriş akışındaki ciddi dalgalanmalar veya toksik maddelerin tesise girişi) için de geçerlidir. Giriş akışındaki ciddi dalgalanmalar mikroorganizmaları havalandırma tankının dışına çıkartarak nitrifikasyon prosesine uzun vadeli zarar verirler.

Çıkış akışında kararlı ve güvenilir limit değerleri elde edilmesinin en iyi yolu biyolojik sisteme düzenli yükleme yapmasıdır. Atık su açısından, tesis yükünden ya da tesis prosedürlerinden kaynaklanan herhangi bir istenmeyen etkinin kolayca algılanması için her bir azot ayrışım prosesinin dikkatli (analitik) bir şekilde değerlendirilmesi gereklidir. Böylece biyolojik prosesler ciddi bir şekilde bozulmadan önce önlem alınabilir.

## Azot parametreleri için tipik ölçüm noktaları

- Atık su arıtma tesisi giriş akışı: TN
- Havalandırma tankı giriş akışı: TN, TKN,  $\text{NH}_4\text{-N}$
- Denitrifikasyon aşamasının çıkış akışı:  $\text{NH}_4\text{-N}$
- Nitrifikasyon aşamasının çıkış akışı:  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$
- Atık su arıtma tesisi çıkış akışı: TN,  $\text{N}_{\text{inorg}}$  ( $\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N}$ ),  $\text{NH}_4\text{-N}$



Şekil 6: Her bir uygulama için uygun ölçüm aralığı – 0,015 ile 130 mg/L  $\text{NH}_4\text{-N}$  arasındaki konsantrasyonlar için amonyum küvet testleri

"Atık su arıtma tesislerinde, verimlilik ve ekonomik işletme önemli konulardır. Arıtmanın en önemli aşamalarından biri azot bileşiklerinin giderimidir. Tesisin çıkış akışındaki konsantrasyonun belirlenen limitler içinde olması için nitrifikasyonun ve denitrifikasyonun kontrol altında tutulması gereklidir. Tüm ölçümler yapılırken hem güvenilir hem de ekonomik yöntemler kullanılmalıdır. Bunun en etkin yolu laboratuarda ölçüm yapmanın yanı sıra tesisin uygun ölçüm noktalarında ve çıkışında online ölçümler yapmaktır. HACH LANGE olarak size hem laboratuarda hem de online ölçümlerde ihtiyacınız olan çözümleri sunmaya çalışıyoruz."

Ceylan Diri  
Hach Lange Türkiye  
Satış Destek Mühendisi

### Tehlike Sembolleri

	Korozif (LCK339/340/138/238/338)
	Zararlı (LCK302/303/304/305)
	Tahriş edici (LCK341/342)
	Çevre için Tehlikeli (LCK302/303/304/305)



UNITED FOR WATER QUALITY