

# Urease Enzimi: Üre Hidrolizi, Urease Testleri ve Biyomineralizasyon Uygulamaları

Enzymes.bio Araştırma Ekibi · Wellington, Yeni Zelanda · June 21, 2026

Urease, üreyi amonyak ve karbondioksit türevlerine dönüştüren nikel merkezli bir metalloenzimdir; bu nedenle üre tayini, mikrobiyal urease testleri, toprakta azot dönüşümü ve kalsiyum karbonat çökmesi gibi uygulamalarda doğrudan işlev görür <sup>[1]</sup>. Reaksiyonun pratik önemi yalnızca ürenin parçalanması değil, oluşan amonyakla pH'ın yükselmesi ve uygun iyonik ortamda karbonat temelli ikincil süreçlerin tetiklenebilmesidir <sup>[2]</sup>. Enzymes.bio, Urease için üretici veya laboratuvar değil, çevrim içi tedarik kanalıdır; ürün 1 kg birimler halinde doğrudan satın alınır, CoA ve SDS siparişe birlikte sağlanır.

## Urease nedir ve neden teknik olarak önemlidir?

Urease, bitkilerde, bakterilerde, mantarlarda ve çeşitli mikroorganizmalarda bulunan; temel işlevi üre hidrolizi olan iyi çalışılmış bir enzimdir <sup>[1]</sup>. Genel reaksiyon, ürenin su varlığında amonyak ve karbondioksit dengesine giden ürünlere ayrılması şeklinde özetlenir. Bu dönüşüm basit görünse de analitik kimya, gıda prosesi, çevre mühendisliği, tarım ve mikrobiyoloji açısından güçlü sonuçlar doğurur; çünkü amonyak oluşumu ortam pH'ını değiştirebilir, karbonat dengesi mineral çökmesine bağlanabilir ve üre varlığı ölçülebilir bir sinyale çevrilebilir <sup>[1]</sup>.

Urease'in endüstriyel ve araştırma değerinin merkezinde, üreye karşı yüksek seçicilikle çalışan bir biyokatalizör olması yer alır <sup>[3]</sup>. Enzim, üre molekülünü aktif merkezde uygun konuma getirerek normal koşullarda yavaş ilerleyen hidroliz reaksiyonunu hızlandırır. Bu özellik, ürenin azaltılması gereken gıda ve içecek matrislerinde, üreye dayalı biyosensörlerde, "rapid urease test nedir?" sorusunun arkasındaki mikrobiyolojik prensipte ve enzyme induced carbonate precipitation gibi biyomineralizasyon süreçlerinde ortak mekanik temeli oluşturur <sup>[1]</sup>.

Urease aynı zamanda enzimoloji tarihinde özel bir yere sahiptir; jack bean kaynaklı urease, klasik mekanizma çalışmalarında ve yapısal araştırmalarda referans model olarak sık kullanılmıştır <sup>[3]</sup>. Bu tarihsel arka plan, bugünkü uygulamaların yalnızca ampirik gözleme değil, aktif merkez kimyası, inhibitör davranışı ve immobilizasyon araştırmaları gibi geniş bir literatüre dayandığını gösterir <sup>[4]</sup>.

## Temel reaksiyon: Üreden amonyak, pH değişimi ve karbonat dengesi

Urease reaksiyonunun pratik çıktısı üç aşamada düşünülebilir. İlk aşamada üre, enzimin aktif bölgesine bağlanır; ikinci aşamada su veya hidroksit karakterli bir nükleofil karbonil karbonuna saldırır; üçüncü aşamada amonyak ve karbondioksit/bikarbonat dengesi üzerinden ürünler ortam kimyasını değiştirir [3]. Reaksiyon sonucunda amonyak oluştuğu için sistemin tampon kapasitesine bağlı olarak pH yükselmesi görülebilir; bu yükselme bazı sensörlerde sinyal, bazı biyomineralizasyon proseslerinde ise karbonat çökmesini destekleyen koşul olarak değerlendirilir [2].

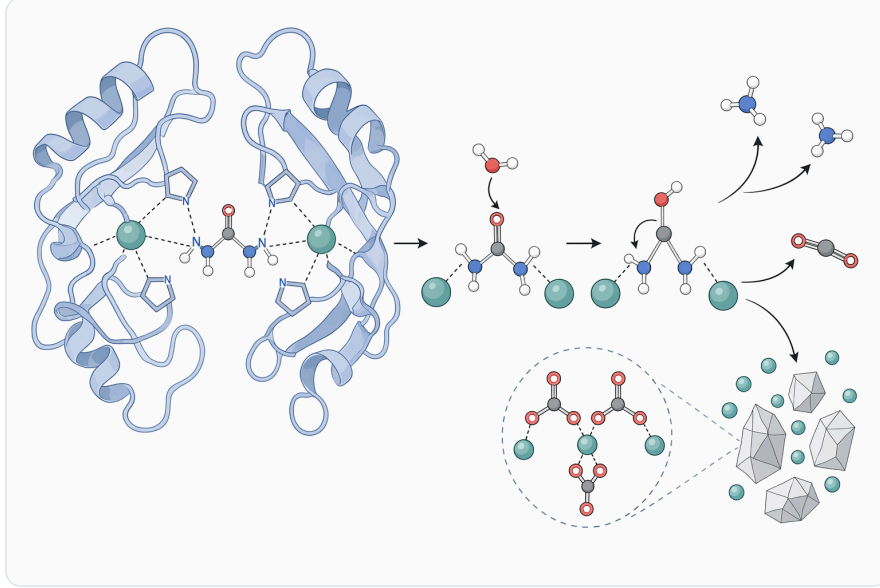


Figure 1. 우레아제는 요소를 암모니아와 이산화탄소로 가수분해하여 탄산염 침전을 유도할 수 있는 알칼리성 조건을 만든다.

Bu pH etkisi, urease’i yalnızca “üreyi parçalayan enzim” olmaktan çıkarır ve proses yönlendiren bir biyokatalizör haline getirir [1]. Örneğin bir biyosensörde pH veya iyonik değişim ölçülebilir; bir toprak sisteminde üre gübresinin dönüşümü azot dinamiğini etkileyebilir; kalsiyum iyonları bulunan bir ortamda ise karbonat çökmesine zemin hazırlayabilir [5]. Bu yüzden urease kullanımında asıl teknik soru, “reaksiyon oldu mu?” kadar “oluşan amonyak ve karbonat dengesi sistemde neyi tetikliyor?” sorusudur [2].

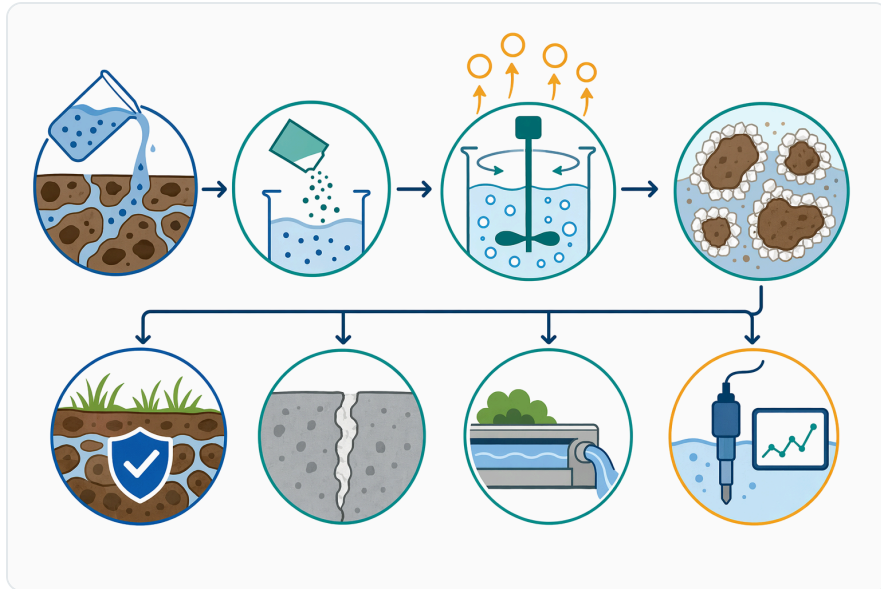
## Moleküler mekanizma: Nikel merkezli aktif bölge nasıl çalışır?

Urease aktif merkezinde iki nikel iyonu içeren bir metal merkezi bulunur; mekanizma literatürü, bu metal merkezinin üreyi polarize ettiğini ve hidrolitik saldırı için uygun geometri oluşturduğunu açıklar [4]. Üre molekülünün karbonil oksijeni ve amino grupları, aktif merkezdeki metal iyonları ve çevredeki

amino asitlerle etkileşerek reaksiyon için doğru hizalanır. Böylece bağ kırılması ve yeni bağ oluşumu, sulu ortamda katalizlenmemiş reaksiyona göre çok daha elverişli bir enerji yolundan ilerler <sup>[3]</sup>.

Mekanizmanın somut sonucu şudur: Urease, üreyi yalnızca yakalamaz; ürenin karbonil kısmını kimyasal saldırıya açık hale getirir, reaktif su türünü uygun konuma getirir ve ara ürünlerin parçalanmasını hızlandırır <sup>[3]</sup>. Bu yüzden inhibitör araştırmalarında nikel merkezine bağlanan, aktif bölgeye erişimi sınırlayan veya katalitik kalıntıların konumunu bozan moleküller önemli yer tutar <sup>[4]</sup>. Bismuth(III), fenil fosforodiamidatlar ve çeşitli organik inhibitörler üzerine yapılan çalışmalar, aktif merkez kimyasının hem mekanizma hem de farmasötik veya tarımsal kontrol açısından hedeflenebilir olduğunu göstermiştir <sup>[6]</sup>.

Urease inhibitörleri üzerine literatür, enzimin neden güçlü ama kontrol edilmesi gereken bir biyokatalizör olduğunu da açıklar <sup>[7]</sup>. *Helicobacter pylori* gibi mikroorganizmalarda urease aktivitesi asidik ortama adaptasyonla ilişkilendirildiği için, bu enzimin baskılanması patojen biyolojisi açısından araştırılmıştır <sup>[8]</sup>. Tarım tarafında ise urease aktivitesinin çok hızlı olması, üre bazlı azot kaynaklarında amonyak kaybı ve verimlilik sorunlarıyla bağlantılıdır; bu nedenle inhibitör yaklaşımı çevresel emisyon yönetimi açısından da incelenmektedir <sup>[5]</sup>.



**Figure 2.** Sanayew ureaze gongestew tanşany gwmlhwa, yosw jwgw dwsw amoniyaw şwngw wuww jweww yosw gawşbwhew hawwghw.

## Urease'in teknik uygulama alanları

Urease'in uygulama alanları birbirinden farklı görünse de hepsi aynı biyokimyasal reaksiyona dayanır: ürenin hidrolizi, amonyak oluşumu ve bunun ölçülebilir ya da proses yönlendirici sonuçları [1]. Aşağıdaki karşılaştırma, gıda, sensör, mikrobiyoloji, toprak ve biyomineralizasyon uygulamalarında bu ortak mekanizmanın nasıl farklı çıktılara dönüştüğünü özetler:

Uygulama bağlamı	Urease'in temel rolü	Teknik çıktı	Dikkat edilmesi gereken sınır
Üre ölçümü ve biyosensörler	Üreyi seçici olarak hidroliz eder	pH, iyonik değişim veya bağlı sinyal oluşumu	Sensör tasarımı immobilizasyon, matriks ve sinyal okuma yaklaşımına bağlıdır [9]
Rapid urease test ve mikrobiyoloji	Urease aktivitesini fenotipik göstereye dönüştürür	Üre hidrolizi üzerinden mikrobiyal aktivite bilgisi	Sonuç yorumlama organizma, validasyon ve klinik/laboratuvar bağlamına bağlıdır [8]
Gıda ve içecek prosesi	Üre miktarını azaltmaya yardımcı olabilir	Üre kaynaklı istenmeyen reaksiyon riskinin düşürülmesi	Her içecek matrisi pH, fenolik yapı ve proses koşulu bakımından farklıdır [10]
Toprakta azot döngüsü	Üre gübresinin dönüşümünü hızlandırır	Amonyum oluşumu, pH ve azot kaybı dinamikleri	KontROLSÜZ aktivite volatilizasyon ve emisyonla ilişkilendirilebilir [5]
Biyomineralizasyon	Karbonat dengesini ve pH'ı etkiler	Kalsiyum karbonat çökmesi, zemin veya malzeme güçlendirme	İyon dengesi, sıcaklık, geçirgenlik ve süre sistem performansını belirler [2]
İnhibitör araştırmaları	Hedef enzim olarak kullanılır	Urease baskılama mekanizmalarının anlaşılması	İnhibitör etkisi enzimin kaynağına ve ortam koşullarına göre değişebilir [11]

## Gıda ve içecek proseslerinde urease

Gıda endüstrisinde enzim kullanımı, daha seçici reaksiyonlar, daha ılımlı proses koşulları ve daha kontrollü kalite hedefleri açısından değerlidir [10]. Urease özelinde en net teknik mantık, gıda veya içecek matrisinde üre kaynaklı istenmeyen reaksiyonların azaltılmasıdır. Üre bazı fermentasyon veya depolama bağlamlarında izlenmesi gereken bir bileşen olabilir; urease ile hidroliz edildiğinde bu bileşenin kimyasal yollara katılımı azaltılabilir [1].

Bununla birlikte, gıda uygulamalarında urease kullanımı her matrise otomatik olarak genellenmemelidir [12]. pH, alkol varlığı, fenolik bileşikler, tuzlar, sıcaklık geçmişi ve proses süresi enzimin performansını etkileyebilir. Bu nedenle literatürdeki belirli bir içecek veya gıda sistemi sonucu, yalnızca aynı kimyasal ve proses koşulları dikkate alındığında teknik olarak anlamlıdır [10]. Urease'in burada sağladığı temel avantaj, kimyasal olarak geniş çaplı müdahale yapmak yerine doğrudan üre dönüşümünü hedefleyen enzimatik bir yol sunmasıdır [1].

İmmobilizasyon, gıda ve içecek proseslerinde özellikle önemlidir; çünkü immobilize enzimler proses akışından ayrılabilir, tekrar kullanıma uygun tasarımlara entegre edilebilir veya belirli yüzeylerde kontrol edilebilir [13]. Ancak immobilizasyon, enzimin substrata erişimini, stabilitesini ve reaksiyon hızını değiştirebilir. Bu nedenle immobilize urease yaklaşımı, "serbest enzimle aynı davranır" varsayımıyla değil, taşıyıcı materyal ve proses geometrisiyle birlikte değerlendirilmelidir [9].



Figure 3. 우레아제는 생물광물화, 환경 처리, 진단 및 질소 관리 응용 분야에 사용된다.

## Biyosensörlerde urease: Üreyi sinyale dönüştürme

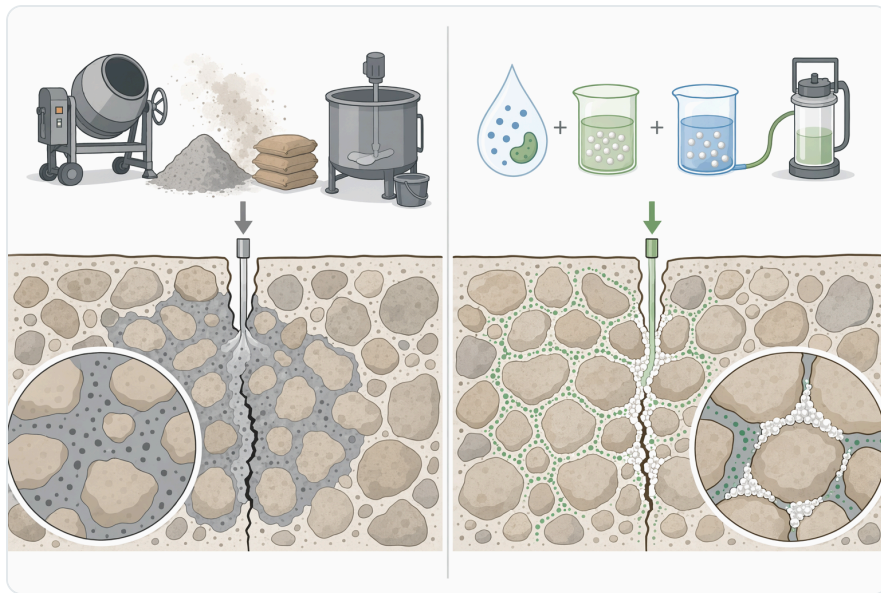
Urease, biyosensörlerde klasik biyolojik tanıma elemanlarından biridir; çünkü hedef molekül olan üreyi doğrudan katalitik reaksiyona sokar [9]. Oluşan amonyak ve pH değişimi, sensör mimarisine bağlı olarak elektrokimyasal, optik veya başka bir ölçülebilir sinyalin parçası haline getirilebilir. Bu yaklaşımda enzimin görevi yalnızca bağlanma değil, analiti kimyasal bir değişime dönüştürerek sinyal üretimini güçlendirmektir [9].

Biyosensör tasarımında urease'in immobilizasyonu kritik bir konudur [9]. Enzim bir film, jel, membran, partikül veya nanomalzeme destekli yüzey üzerinde tutulduğunda, substrat difüzyonu ve ürünlerin uzaklaşması sensör yanıtını belirler. Nanomalzemeler üzerinde enzim immobilizasyonu, gıda analizi dahil çeşitli alanlarda daha kararlı ve kullanılabilir biyokatalitik platformlar geliştirmek için araştırılmaktadır [9]. Urease bu genel immobilizasyon literatüründe, reaksiyon sonucu kolay izlenebilir pH/iyonik değişim oluşturması nedeniyle pratik bir modeldir [1].

Bu bağlamda "urease test" terimi yalnızca klinik mikrobiyolojiyle sınırlı değildir; üre varlığının veya urease aktivitesinin ölçüldüğü farklı analitik düzenekleri de çağrıştırabilir [1]. Ancak bir testin teknik güvenilirliği, enzimin kaynağından çok sistem validasyonu, matriks etkisi, sinyal okuma yaklaşımı ve yorumlama kriterleriyle belirlenir. Bu doküman, herhangi bir spesifik test yöntemi, reaktif veya analiz protokolü yerine urease'in sinyal üretme prensibini açıklar [9].

## Rapid urease test nedir? Mikrobiyolojide kavramsal kullanım

"Rapid urease test nedir?" sorusu genellikle urease üreten mikroorganizmaların üreyi hızla hidroliz etmesi ve bu reaksiyonun pH değişimi üzerinden gözlenmesi prensibine dayanır [8]. *Helicobacter pylori* bağlamında urease aktivitesi özellikle dikkat çeker; çünkü bu bakteri, mide gibi asidik bir ortamda amonyak üretimiyle lokal pH mikroçevresini etkileyebilir ve bu özellik tanısal yaklaşımlara temel oluşturur [8]. Burada önemli nokta, rapid urease test kavramının enzimin doğal biyolojik işlevinden türemiş olmasıdır [14].



**Figure 4.** 탄산염 그라우팅에서 우레아제 기반 광물화는 기존의 시멘트계 처리에 의존하지 않고 온화한 조건에서 현장에서 방해석을 형성할 수 있다.

Mikrobiyoloji aramalarında “s epidermidis urease test”, “pseudomonas urease test”, “e coli urease test”, “stentrophomonas maltophilia urease test”, “serratia urease test”, “enterobacter aerogenes urease test” veya “b subtilis urease test” gibi ifadelerle karşılaşılır [1]. Bu terimler, farklı bakteri gruplarında urease aktivitesinin fenotipik ayırımıda kullanıldığına işaret eder; ancak tür, suş, kültür koşulu ve kullanılan validasyon sistemine bağlı değişkenlikler nedeniyle sonuçlar bu dokümandan türetilmiş genel ifadelerle yorumlanmamalıdır [1]. Başka bir deyişle, “E. coli urease” veya “pseudomonas urease test” gibi aramalar teknik kavramı gösterir; kesin tanısal karar ise laboratuvarın doğrulanmış sistemine aittir [8].

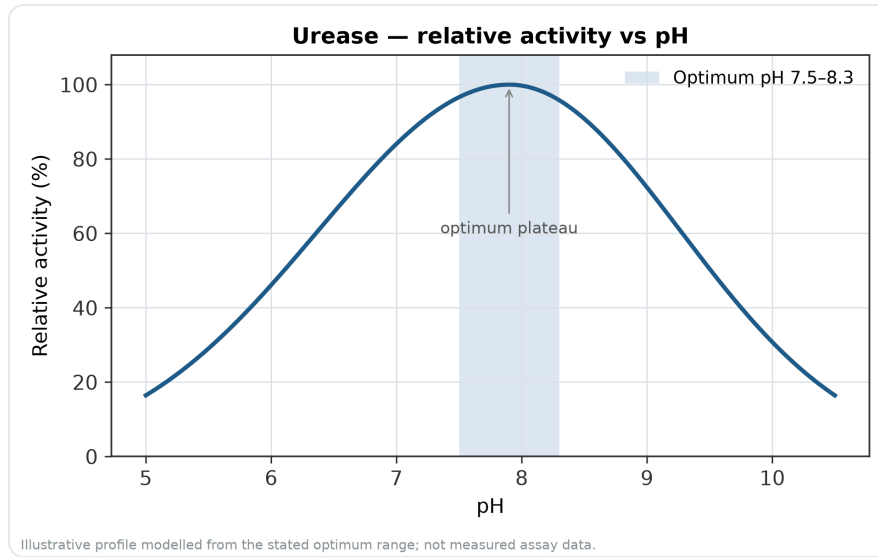
Bu ayırım B2B kullanım için önemlidir: Urease enzimi, mikrobiyolojik test prensibini açıklayan biyokimyasal temel olabilir; fakat Enzymes.bio bir tanı laboratuvarı değildir ve klinik yorumlama hizmeti sunmaz. Urease aktivitesiyle ilgili sağlık veya mikrobiyoloji sonuçları, ilgili alanda onaylı prosedürler ve yetkili uzman değerlendirmesi gerektirir [14].

## Toprakta urease activity in soil ve azot yönetimi

Toprakta urease activity in soil, üre bazlı gübrelerin amonyum formuna dönüşümünde merkezi bir parametredir [5]. Üre toprağa verildiğinde, doğal mikrobiyal ve bitkisel kaynaklı urease aktiviteleri üre hidrolizini hızlandırabilir. Bu süreç bitki besleme açısından yararlı bir azot dönüşümü sağlasa da kontrolsüz hızlanma amonyak volatilizasyonu, pH mikrodeğişimleri ve azot kullanım veriminde düşüş gibi sonuçlarla bağlantılıdır [5].

Urease ve nitrifikasyon inhibitörleri üzerine yapılan değerlendirmeler, özellikle hayvancılık ve gübre yönetimi bağlamında emisyon azaltımı potansiyeline odaklanır [5]. Burada urease'in rolü doğrudan “eklenen proses enzimi” olmaktan çok, sistemde zaten bulunan ve yönetilmesi gereken biyokimyasal aktivite olarak görülür. Bu ayırım kritiktir: Tarımda urease bazen yararlı dönüşümün motorudur, bazen de hızlı amonyak kaybı nedeniyle sınırlandırılması gereken hedeftir [5].

Toprak enzim aktivitesi ayrıca ekosistem işlevi ve substrat biyokimyası için gösterge olarak da değerlendirilir [15]. Urease aktivitesi; organik madde, mikrobiyal biyokütle, nem, sıcaklık ve mineral yüzeylerle etkileşim gibi faktörlerden etkilenebilir. Bu nedenle tek bir “yüksek urease iyi” veya “düşük urease kötü” genellemesi doğru değildir; yorum, tarımsal hedefe ve çevresel bağlama göre yapılmalıdır [15].



**Figure 5.** pH'e 따른 уреазе의 상대 활성으로, pH 7.5–8.3에서 최적 활성 구간이 나타난다.

## Biyomineralizasyon ve enzyme induced carbonate precipitation

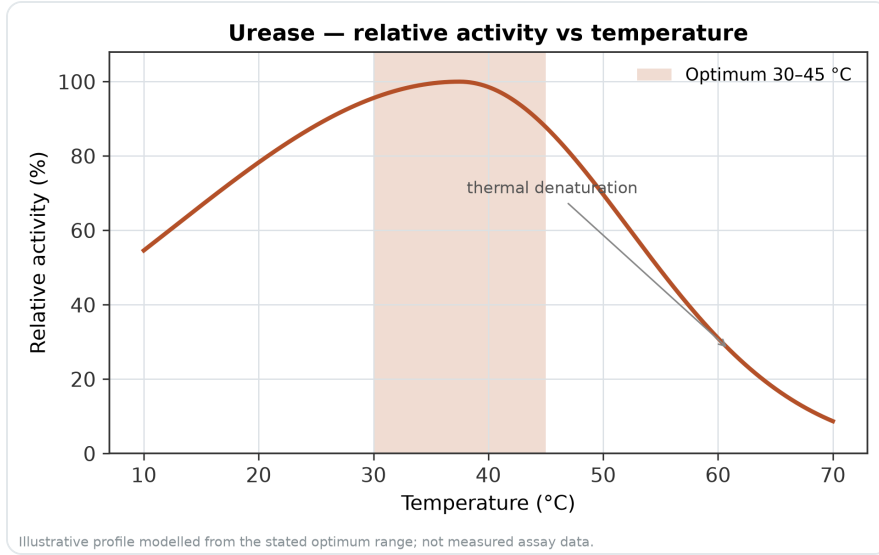
Urease'in en dikkat çekici mühendislik uygulamalarından biri enzyme induced carbonate precipitation, yani enzim kaynaklı karbonat çökmesidir [2]. Bu yaklaşımda urease üreyi hidroliz ederek amonyak oluşumuna ve pH yükselmesine katkı sağlar; bu durum karbonat türlerinin dengesiyle birleştiğinde, kalsiyum iyonları bulunan sistemlerde kalsiyum karbonat çökmesine yol açabilir. Sonuç, kum veya gözenekli malzemelerde parçacık bağlanması, yüzey güçlendirme veya biyosimentasyon gibi etkiler olabilir [2].

Aeolian soil gibi erozyona açık zeminlerde enzimle indüklenen karbonat çökmesi üzerine yapılan çalışmalar, bu yöntemin zemin yüzeyinde dayanımı artırma ve erozyon direncini geliştirme potansiyelini araştırır [2]. Urease burada reaksiyonun biyokimyasal tetikleyicisidir; ancak nihai mekanik performans yalnızca enzime bağlı değildir. Kalsiyum kaynağı, üre derişimi, su hareketi, gözenek yapısı, uygulama tekrarı ve sıcaklık gibi parametreler çökme morfolojisini ve dayanım etkisini belirler [2].

Biyobeton ve kendini onaran yapı malzemeleri literatürü de karbonat çökmesi temelli biyomineralizasyonu geniş bir araştırma alanı olarak ele alır [16]. Urease, bu alanın olası biyokatalitik yollarından biridir; fakat yapı malzemelerinde performans, laboratuvar ölçeğinden saha ölçeğine geçerken nem döngüsü, çatlak geometrisi, iyon taşınımı ve uzun süreli dayanıklılık gibi faktörlere bağlı hale gelir. Bu nedenle urease destekli biyomineralizasyon, güçlü mekanik temele sahip olmakla birlikte uygulama tasarımına duyarlı bir teknolojidir [16].

## İnhibisyon, substrat inhibisyonu ve proses kontrolü

Urease inhibitörleri, enzimin aktif merkezini, metal koordinasyonunu veya katalitik döngüsünü hedefleyerek aktiviteyi azaltabilir [4]. Bismuth(III) bileşikleri, fenil fosfordiamidatlar, proton pompası inhibitörü olarak bilinen bazı moleküller ve farklı organik bileşikler üzerine yapılan çalışmalar, urease inhibisyonunun hem biyomedikal hem tarımsal hem de temel enzimoloji açısından önemli olduğunu göstermiştir [6]. Bu çalışmalar, enzimin dinükleer metal merkezinin kimyasal müdahalelere duyarlı olduğunu da ortaya koyar [4].



**Figure 6.** 온도에 따른 우레아제의 상대 활성으로, 30–45°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열 변성에 따른 특징적인 활성 저하가 나타난다.

Thiuram disülfidleriyle urease inaktivasyonu üzerine yapılan yapısal ve kinetik çalışmalar, enzimin yalnızca metal merkezden değil, protein yapısındaki reaktif bölgeler üzerinden de baskılabileceğini göstermiştir [11]. Bu bilgi, pratik proseslerde neden bazı matris bileşenlerinin, metal iyonlarının veya reaktif kimyasalların urease performansını değiştirebildiğini açıklamaya yardımcı olur. Bir uygulamada beklenen aktivitenin görülmemesi, yalnızca enzim miktarıyla değil, ortamın inhibitör veya denatüre edici etkileriyle de ilişkili olabilir [11].

“Urease substrathemmung” ifadesi, özellikle Almanca teknik aramalarda urease substrat inhibisyonu anlamında kullanılır. Genel enzim kinetiğinde substrat inhibisyonu, substratın çok yüksek düzeylerde enzimin verimli döngüsünü sınırlayabildiği durumları tanımlar; urease literatüründe de kaynak, ortam ve deney koşullarına göre kinetik davranışın değişebileceği vurgulanır [1]. Bu nedenle proses tasarımında “daha fazla üre her zaman daha hızlı dönüşüm sağlar” gibi düz bir varsayım teknik olarak güvenli değildir [1].

## Kaynak, immobilizasyon ve ortam koşullarının etkisi

Urease'in performansı enzimin kaynağına, saflaştırma ve formülasyon durumuna, immobilize olup olmamasına ve uygulama ortamına bağlıdır [1]. Jack bean urease, bakteri kaynaklı urease'ler ve farklı mikrobiyal enzimler aynı temel reaksiyonu katalizlese de sıcaklık toleransı, pH davranışı, inhibitör duyarlılığı ve stabilite bakımından farklılık gösterebilir. Bu nedenle literatürde belirli bir kaynak için bildirilen davranış, tüm ticari urease preparatlarına otomatik olarak aktarılmamalıdır [1].

İmmobilizasyon, urease'in uygulama biçimini kökten değiştirebilir [9]. Serbest enzim çözeltide substrata kolay erişebilirken, immobilize enzim yüzey, film, jel veya partikül içine yerleştiğinde difüzyon sınırlamaları ortaya çıkabilir. Buna karşılık immobilizasyon, enzimin belirli bir alanda tutulmasını, proses akışından ayrılmasını veya sensör yüzeyine entegre edilmesini sağlayabilir [13]. Bu yüzden immobilize urease tasarımı, biyosensörlerden gıda proseslerine ve biyomineralizasyona kadar farklı alanlarda ayrı ayrı değerlendirilir [9].

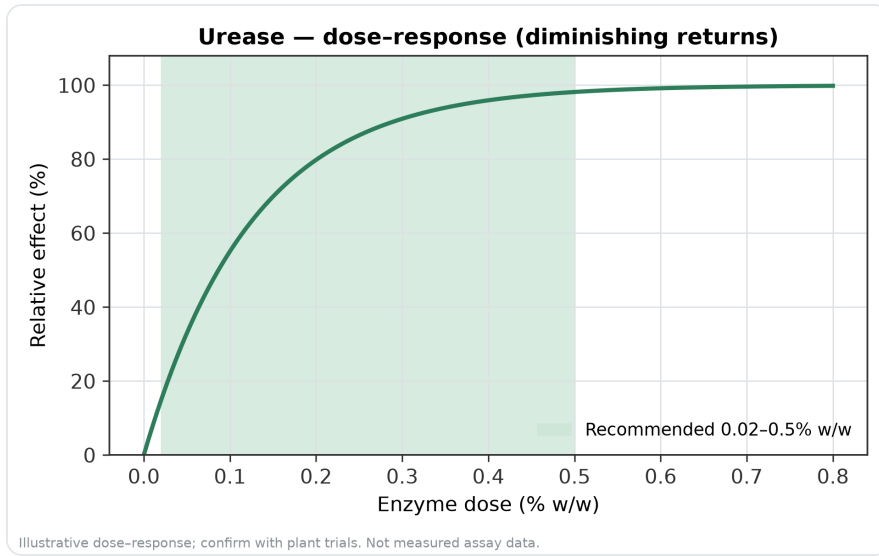


Figure 7. 권장 사용 범위(0.02-0.5% w/w)에서 우레아제의 용량-반응 관계를 예시한 그래프.

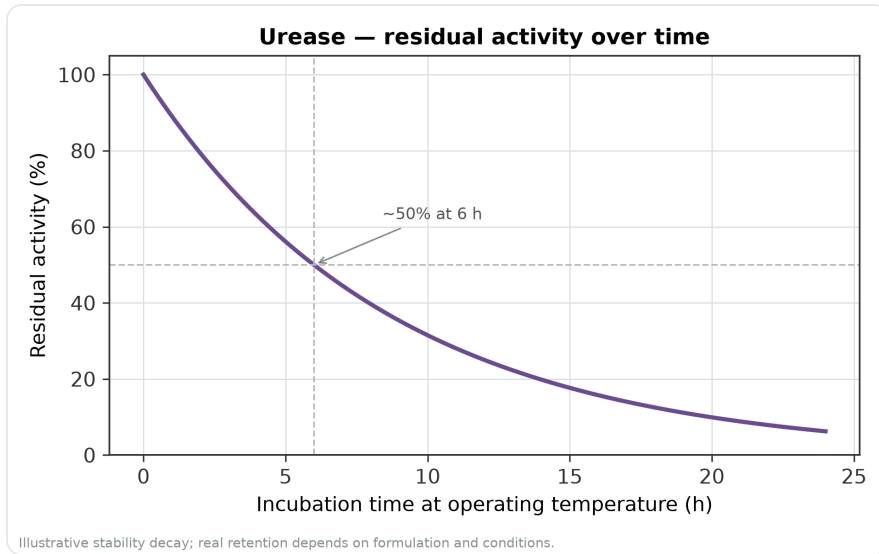
Genel enzim teknolojisi literatürü, endüstriyel enzimlerin proses verimliliği, sürdürülebilirlik ve daha seçici dönüşümler açısından önemli araçlar olduğunu belirtir [12]. Urease bu çerçevede özel bir yere sahiptir; çünkü tek bir substrat dönüşümüyle pH, azot dengesi ve karbonat kimyası gibi birden fazla proses sonucunu etkileyebilir. Bu çoklu etki avantaj sağlayabilir, ancak aynı zamanda uygulama ortamının daha dikkatli modellenmesini gerektirir [1].

## Kanıt gücü: Hangi alanlar daha olgun, hangileri sistem bağımlı?

Urease'in üre hidrolizi, nikel merkezli aktif bölgesi ve inhibitörlerle etkileşimi güçlü biyokimyasal literatüre dayanır [4]. Jack bean urease ve bakteriyel urease sistemleri üzerinde yapılan mekanizma çalışmaları, enzimin nasıl çalıştığını ve hangi kimyasal müdahalelere duyarlı olduğunu ayrıntılı biçimde ortaya koymuştur [3]. Bu açıdan urease'in temel reaksiyonu ve aktif merkez kimyası iyi temellendirilmiş kabul edilebilir [1].

Biyosensör ve analitik uygulamalar da iyi belgelenmiş bir alandır; çünkü urease'in üreye verdiği katalitik yanıt, ölçülebilir pH veya iyonik değişime çevrilebilir [9]. Bununla birlikte sensör performansı enzimin kendisinden çok immobilizasyon materyali, yüzey kimyası, sinyal okuma sistemi ve örnek matrisine bağlı olabilir. Bu nedenle "urease kullanıldı" ifadesi, tek başına analitik güvenilirlik anlamına gelmez [9].

Biyomineralizasyon, zemin güçlendirme ve biyobeton uygulamaları ise güçlü araştırma ilgisine sahip olmakla birlikte sistem bağımlılığı yüksek alanlardır [16]. Urease destekli karbonat çökmesi için mekanizma açıktır; ancak saha performansı geçirgenlik, su içeriği, iyon taşınımı, sıcaklık ve mekanik yüklenme gibi çok sayıda değişkene bağlıdır. Bu nedenle bu uygulamalar değerlendirilirken laboratuvar bulguları ile saha tasarımı arasındaki ölçek farkı açıkça dikkate alınmalıdır [2].



**Figure 8.** 우레아제의 열 안정성 감소 예시 — 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔류 활성이 감소한다.

Tarım ve emisyon yönetimi alanında urease çoğu zaman doğrudan uygulanacak bir katkıdan çok, kontrol edilmesi gereken doğal enzim aktivitesi olarak incelenir [5]. Urease inhibitörleri, azot kaybını ve bazı emisyonları azaltma potansiyeli nedeniyle önemlidir; ancak sonuçlar gübre tipi, toprak yapısı, iklim

ve uygulama yönetimine bağlıdır. Bu yüzden toprakta urease activity in soil verileri, yerel agronomik bağlamdan koparılarak yorumlanmamalıdır <sup>[15]</sup>.

## Enzymes.bio üzerinden Urease tedariki

Enzymes.bio, Urease enzimi için üretici veya analiz laboratuvarı değil, B2B odaklı çevrim içi tedarik kanalıdır. Ürün 1 kg birimler halinde doğrudan çevrim içi satın alınır; sipariş ve ödeme tamamlandıktan sonra işleme alınır. Analiz Sertifikası ve Güvenlik Bilgi Formu siparişle birlikte sağlanır.

Bu doküman, Urease'in bilimsel ve teknik arka planını; üre hidrolizi, urease test kavramı, biyosensörler, toprakta azot dönüşümü, inhibitör araştırmaları ve biyomineralizasyon bağlamında açıklamak için hazırlanmıştır. Amaç, ürünü belirli bir üretim iddiasıyla değil, literatürdeki mekanizma ve uygulama alanlarıyla birlikte konumlandırmaktır. Urease'in doğru değerlendirilmesi, enzimin kendisi kadar uygulama matriksi, proses hedefi ve sonuçların hangi teknik bağlamda yorumlandığıyla da ilgilidir <sup>[1]</sup>.

### Urease ürününü online sipariş edin

1 kg birimler halinde satılır; stokta mevcut ve sevkiyata hazırdır. Mağazamızdan doğrudan sipariş verin — online ödeme yapın, siparişinizi işleme alalım. Her siparişe Analiz Sertifikası ve Güvenlik Bilgi Formu dahildir.

[Urease satın alın →](#)

## Kaynaklar

İlk atıf sırasına göre numaralandırılmıştır. Açık erişimli kaynaklardır; her birinin yayım sırasında erişilebilir olduğu doğrulanmıştır. Metindeki atıf numaraları buraya bağlantı verir:

1. Kumar, M., Bhardwaj, M., Yadav, P., Vashishth, D., Chahal, S., Dalal, S., & Kataria, S. K. (2022). [A review on distribution, properties, genetic organization, immobilisation and applications of urease](#). *Journal of Applied and Natural Science*.
2. Li, Y., Zhu, Q., Qu, J., Li, J., Li, Z., Liu, J., & Li, G. (2025). [Study on the Erosion Resistance Mechanism of Aeolian Soil Solidified by Enzyme Induced Carbonate Precipitation](#). *Hans Journal of Civil Engineering*.
3. Dixon, N., Riddles, P., Gazzola, C., Blakeley, R., & Zerner, B. (1980). [Jack bean urease \(EC 3.5.1.5\). V. On the mechanism of action of urease on urea, formamide, acetamide, N-methylurea, and related compounds.](#) *Canadian Journal of Biochemistry*, 58 12, 1335-44 .
4. Amtul, Z., Atta-Rahman, Siddiqui, R. A., & Choudhary, M. I. (2002). [Chemistry and mechanism of urease inhibition.](#) *Current Medicinal Chemistry*, 9 14, 1323-48 .

5. Nugrahaeningtyas, E., Lee, D., Song, J., Kim, J., & Park, K. (2022). Potential application of urease and nitrification inhibitors to mitigate emissions from the livestock sector: a review. *Journal of Animal Science and Technology*, 64, 603 - 620.
6. Zhang, L., Mulrooney, S., Leung, A. L., Zeng, Y., Ko, B., Hausinger, R., & Sun, H. (2006). Inhibition of urease by bismuth(III): Implications for the mechanism of action of bismuth drugs. *Biometals*, 19, 503-511.
7. Faraci, W., Yang, B. V., O'rourke, D., & Spencer, R. (1995). Inhibition of Helicobacter pylori urease by phenyl phosphorodiamidates: mechanism of action. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 3 5, 605-10 .
8. Nagata, K., Satoh, H., Iwahi, T., Shimoyama, T., & Tamura, T. (1993). Potent inhibitory action of the gastric proton pump inhibitor lansoprazole against urease activity of Helicobacter pylori: unique action selective for H. pylori cells. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 37, 769 - 774.
9. Du, L., Liang, Y., Cui, S., Wei, J., Liu, J., Zhang, S., Zhang, Y., ... et al. (2025). Enzyme immobilization on nanomaterials in food industry: current status and future perspectives. *Critical reviews in food science and nutrition*, 66, 811 - 842.
10. Kumar, A., Dhiman, S., Krishan, B., Samtiya, M., Kumari, A., Pathak, N., Kumari, A., ... et al. (2024). Microbial enzymes and major applications in the food industry: a concise review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 6.
11. Mazzei, L., Paul, A., Cianci, M., Devodier, M., Mandelli, D., Carloni, P., & Ciurli, S. (2023). Kinetic and structural details of urease inactivation by thiuram disulphides. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 250, 112398 .
12. Siddiquey, F., Jahan, M. I., Hormoni, Hasan, M., Nishi, N. J., Hasan, S., Rahman, N., ... et al. (2025). Enzyme Technology in the Food Industry: Molecular Mechanisms, Applications, and Sustainable Innovations. *Food Science & Nutrition*, 13.
13. Khan, M. U., Farid, A., Liu, S., Zhen, L., Alahmad, K., Chen, Z., & Kong, L. (2025). Innovative approaches for enzyme immobilization in milk processing: advancements and industrial applications. *Critical reviews in food science and nutrition*, 65, 6751 - 6770.
14. Tang, Y., Yang, F., Wen, X., Zhou, Y., Tang, R., He, X., Lu, Q., ... et al. (2025). Component characterization of Smilax glabra Roxb., and its inhibitory activity against Helicobacter pylori through targeted suppression of its secreted urease. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 15.
15. Jendrzewek, B., Bierza, W., Beseneiy, L., Błońska, A., Hutniczak, A., Bacler-Żbikowska, B., Kulpa, J., ... et al. (2025). The mineral substratum enzymatic activity parameter as a tool for vegetation diversity and novel ecosystem functioning assessment. *IOP Conference Series: Earth and Environment*, 1457.
16. Beskopylny, A., Shcherban', E., Stel'makh, S., Shilov, A., Chernil'nik, A., El'shaeva, D., & Chistyakov, V. A. (2024). Analysis of the Current State of Research on Bio-Healing Concrete (Bioconcrete). *Materials*, 17.


## Enzymes.bio ile iletişime geçin


Siparişinizle ilgili sorularınız mı var? Ekibimiz yardımcı olmaktan memnuniyet duyar.

E-POSTA [wholesale@enzymes.bio](mailto:wholesale@enzymes.bio)

TELEFON (ABD) [+1 \(507\) 428-6057](tel:+1(507)428-6057)

[Bize ulaşın →](#)

 **400+** B2B müşteriler

 **60+** üniversite araştırma ortakları

 **54** dünya genelinde hizmet

© 2026 Enzymes.bio · Endüstriyel ve gıda işleme enzim tedariki · İnsan tüketimi veya perakende satış için değildir.