

# Mannanase Enzyme For Animal Feed Additives: Hayvan Yemlerinde $\beta$ -Mannan Parçalama ve Sindirilebilirlik Desteği

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

Mannanase Enzyme For Animal Feed Additives, soya küspesi, palm çekirdeği küspesi ve benzeri bitkisel yem hammaddelerinde bulunan  $\beta$ -mannan yapılarını hedefleyen bir yem enzimi katkısıdır. Teknik amacı, bu polisakkaritleri daha küçük karbonhidrat parçalarına ayırarak bağırsak içeriği viskozitesini ve besin erişilebilirliği üzerindeki fiziksel engeli azaltmaya yardımcı olmaktır; performans etkisi rasyonun  $\beta$ -mannan yüküne, hayvan türüne, yaş dönemine ve yem işleme koşullarına bağlıdır <sup>[1]</sup>.

## Mannanase hayvan yeminde hangi sorunu hedefler?

Mannanase, hayvanın doğrudan enerji veya protein ihtiyacını karşılayan bir besin maddesi değildir; rasyondaki belirli yapısal karbonhidratların sindirim sistemi içindeki davranışını değiştiren fonksiyonel bir yem katkısıdır. Özellikle tek mideli hayvanlarda, bitkisel hammaddelerin hücre duvarı bileşenleri ve suda çözünebilen polisakkaritleri sindirim akışkanlığını, enzim-substrat temasını ve besin emilimini etkileyebilir.  $\beta$ -mannanase üzerine kanatlı yemlerinde yapılan meta-analiz çalışmaları, enzimin enerji ve besin kullanımına etkisini doğrudan bu sindirilebilirlik çerçevesinde değerlendirmektedir <sup>[1]</sup>.

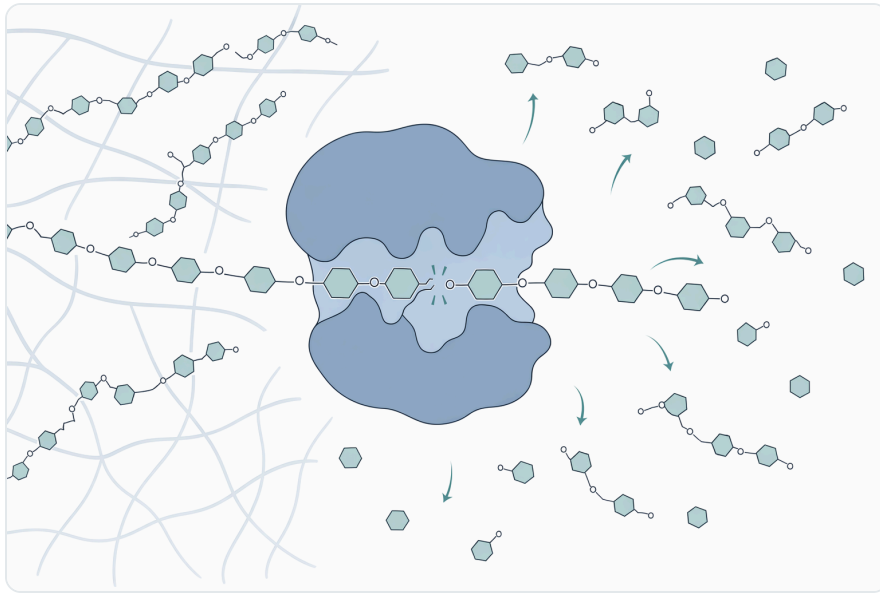
Bitkisel protein kaynakları yalnızca amino asit veya enerji girdisi olarak düşünülmemelidir. Soya küspesi, palm çekirdeği küspesi ve bazı yan ürün hammaddeler; protein, lif, yağ ve mineral fraksiyonlarının yanında sindirimi sınırlayabilen kompleks karbonhidratlar da taşır. Palm çekirdeği küspesi üzerinde ön işlem ve mannanase seçimini inceleyen çalışma, bu tip hammaddelerin fonksiyonelliğini artırmak için mannanase kullanımının özel olarak araştırıldığını göstermektedir <sup>[2]</sup>.

Mannanase'nin pratik değeri, rasyonda hedef substratın bulunmasına bağlıdır. Rasyonda  $\beta$ -mannan kaynaklı belirgin bir sindirim kısıtı yoksa, enzimin katkısı sınırlı kalabilir; buna karşılık mannan içeriği yüksek bitkisel kaynaklar kullanıldığında etkisi daha anlamlı hale gelir. Bu nedenle mannanase, "her yem formülünde aynı sonucu veren genel büyütme katkısı" değil,  $\beta$ -mannan yüküne bağlı çalışan hedefli bir sindirim destek aracıdır <sup>[3]</sup>.

## $\beta$ -Mannan nedir ve neden önemlidir?

$\beta$ -mannanlar, bazı bitkisel hammaddelerin hücre duvarı veya depo karbonhidrat yapıları içinde bulunan polisakkaritlerdir. Hayvan beslemede önemli olmalarının nedeni, sindirim kanalında su tutma, viskoziteyi artırma ve besinlerin sindirim enzimleriyle temasını zorlaştırma potansiyelleridir.  $\beta$ -mannanase enziminin hayvan yeminde araştırılması da bu yapısal karbonhidratların parçalanması yoluyla enerji ve besin kullanımına katkı sağlama varsayımına dayanır [1].

Tek mideli hayvanlarda endojen sindirim sistemi, nişasta, protein ve yağ sindirimi için güçlü mekanizmalara sahip olsa da bazı bitkisel hücre duvarı bileşenlerini sınırlı ölçüde parçalar. Bu nedenle yem formülünde teorik olarak mevcut olan enerji veya amino asitlerin tamamı biyolojik olarak erişilebilir olmayabilir. Yeni süttten kesilmiş domuzlarda  $\beta$ -mannanase'nin bağırsak sağlığı ve büyüme üzerindeki fonksiyonel rollerini inceleyen çalışma, bu enzimin özellikle hassas sindirim dönemlerinde araştırıldığını göstermektedir [3].



**Figure 1.** 베타-만나나아제는 만난형 헤미셀룰로오스의 베타-1,4 결합을 가수분해하여 만노스를 포함한 더 짧은 조각을 생성합니다.

$\beta$ -mannanların etkisi yalnızca “lif” kelimesiyle özetlenemeyecek kadar spesifiktir. Bazı lif fraksiyonları bağırsak sağlığı açısından yararlı olabilirken, suda çözünebilir ve viskozite oluşturan yapılar sindirim kinetiğini olumsuz etkileyebilir. Mannanase bu noktada, toplam lif düzeyini genel olarak azaltmaktan ziyade mannan yapılarını hedefleyerek rasyonun sindirim davranışını değiştirmeye çalışan bir araçtır [2].

## Çalışma mekanizması: mannanase yem içinde ne yapar?

---

Mannanase,  $\beta$ -mannan zincirlerindeki bağları hidroliz ederek büyük polisakkaritleri daha kısa oligosakkarit ve şeker parçalarına dönüştürür. Bu dönüşüm, yem içeriğinin fiziksel özelliklerini ve bağırsak içeriğinin akışkanlığını etkileyebilir. Fungal  $\beta$ -mannanase karakterizasyonu üzerine yapılan çalışma, enzimin biyokimyasal işlevinin mannan substratlarını parçalaması üzerinden tanımlandığını gösterir [4].

Bu mekanizma üç aşamalı düşünülebilir. İlk aşamada enzim, yem matriksi içinde veya sindirim kanalında erişilebilir  $\beta$ -mannan yapılarıyla temas eder. İkinci aşamada büyük karbonhidrat zincirleri kısalır; zincir uzunluğunun azalması, viskoziteyi artıran polimer etkisini zayıflatabilir. Üçüncü aşamada sindirim enzimlerinin nişasta, protein ve yağ fraksiyonlarına erişimi görece kolaylaşabilir; bu, performans çıktılarında ancak rasyon ve hayvan koşulları uygunsa görülebilir [1].

Mannanase'nin etkisi doğrudan "enerji eklemek" değildir. Enzim, mevcut yemin sindirilebilir kısmına erişimi artırmayı hedefler; bu nedenle enerji kullanımındaki olası iyileşme, yemin içindeki besinlerin daha iyi açığa çıkmasıyla ilişkilidir. Net enerji düzeyi azaltılmış diyetlerde  $\beta$ -mannanase uygulamasını inceleyen domuz çalışması, bu mantığı ekonomik ve besinsel performans üzerinden değerlendirmiştir [5].

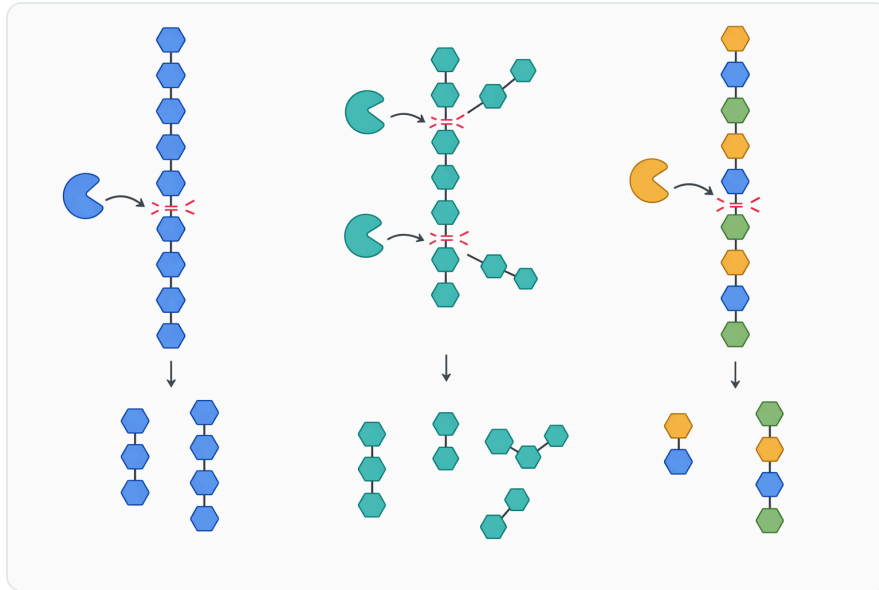
Aynı mekanizma bağırsak sağlığı açısından da dolaylı sonuçlar doğurabilir. Daha düşük viskozite, daha düzenli geçiş, daha iyi sindirim enzimi teması ve potansiyel olarak daha az fermente edilebilir kalıntı anlamına gelebilir; ancak bu etkiler hayvan türü, yaş, mikrobiyota ve rasyon bileşimine göre değişir. Yeni süttten kesilmiş domuzlarda yapılan çalışma,  $\beta$ -mannanase'nin büyüme ile birlikte bağırsak sağlığı parametreleri açısından da incelendiğini göstermektedir [3].

## Başlıca uygulama alanları

---

### Kanatlı yemlerinde mannanase kullanımı

Kanatlı rasyonlarında soya küspesi yaygın bir protein kaynağıdır ve soya bazlı formülasyonlarda  $\beta$ -mannan kaynaklı sindirim yükü dikkate alınabilir. Broiler tavuklarda  $\beta$ -mannanase takviyesinin enerji ve besin kullanımına etkisini değerlendiren meta-analiz, bu enzimin kanatlı beslemede yalnızca teorik değil, deneysel olarak da yoğun incelenen bir katkı olduğunu göstermektedir [1].



**Figure 2.** 베타-만난, 갈락토만난, 글루코만난은 구조는 서로 다르지만 모두 베타-만나나아제가 작용하는 만난형 결합을 포함합니다.

Kanatlılarda mannanase kullanımının temel hedefi, yem dönüşümünü doğrudan “garanti etmek” değil; sindirim sistemi içinde viskozite ve besin erişimi açısından oluşabilecek engelleri azaltmaya yardımcı olmaktır. Bu nedenle rasyonun hammadde profili, hayvan yaşı, peletleme koşulları ve çiftlik yönetimi sonuçların yönünü belirler. Broiler yemlerinde enzim uygulama yöntemleri üzerine yapılan sistematik derleme, yem enzimi etkilerinin uygulama biçimi ve rasyon bağlamıyla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır [6].

Kanatlı yemlerinde mannanase genellikle diğer sindirim destek yaklaşımlarıyla aynı teknik çerçevede değerlendirilir. Fitaz mineral bağlı fosforu, proteaz protein fraksiyonlarını, ksilanaz arabinoksilanları hedeflerken; mannanase  $\beta$ -mannanları hedefler. Bu ayırım, enzimin rasyondaki “darboğaz” substratla eşleşmesi gerektiği anlamına gelir [7].

### Domuz yemlerinde mannanase kullanımı

Domuz rasyonlarında  $\beta$ -mannanase, özellikle sütten kesim sonrası dönemlerde ve yüksek bitkisel protein kullanılan formülasyonlarda araştırılmıştır. Post-weaning piglet çalışmasında, net enerji içeriği azaltılmış diyetlere  $\beta$ -mannanase eklenmesiyle performansın korunabildiği ve ekonomik bir fayda elde edilebildiği bildirilmiştir; bu bulgu, enzimin enerji matrisi yaklaşımı içinde değerlendirilebildiğini gösterir [8].

Bitirme dönemine yönelik domuz çalışmasında da  $\beta$ -mannanase uygulaması, azaltılmış net enerji içeriğine sahip diyetlerde üretim maliyeti ve karkas ağırlığı üzerinden incelenmiştir. Bu tür çalışmalar, enzimin yalnızca laboratuvar ölçeğinde değil, ticari üretim ekonomisi bağlamında da değerlendirildiğini

gösterir [5].

Domuzlarda sonuçların yaş dönemine duyarlı olması beklenir. Sütten kesim sonrası bağırsak adaptasyonu, yem değişimi ve mikrobiyota dengesi gibi etkenler sindirim enzimlerine verilen yanıtı etkileyebilir.  $\beta$ -mannanase'nin yeni sütten kesilmiş domuzlarda bağırsak sağlığı ve büyüme üzerindeki rollerini inceleyen çalışma, bu enzimin özellikle erken dönem besleme stratejilerinde teknik bir araç olarak ele alındığını göstermektedir [3].

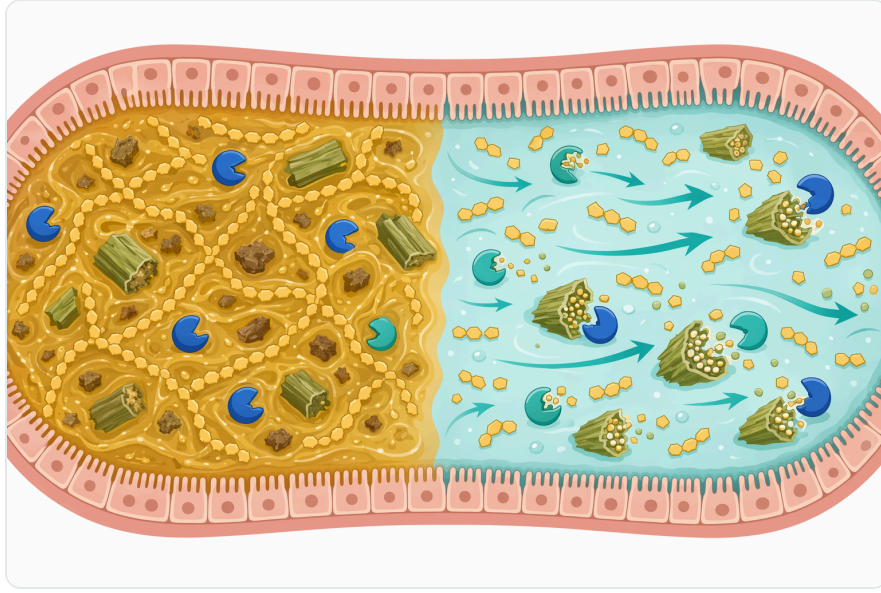


Figure 3. 수화된 온전한 만난은 소화물의 점도를 높이고 영양소에 대한 물리적 접근성을 낮출 수 있습니다.

### Palm çekirdeği küspesi ve yan ürün içeren yemler

Palm çekirdeği küspesi, maliyet ve bulunabilirlik avantajı nedeniyle bazı rasyonlarda kullanılan önemli bir yan ürün hammaddedir; ancak mannan içeriği nedeniyle sindirilebilirlik sınırlamaları oluşturabilir. Palm kernel cake üzerinde yapılan çalışma, ön işlem seçimi ve mannanase enzimi kullanımının bu hammaddenin fonksiyonelliğini iyileştirmek amacıyla değerlendirildiğini göstermektedir [2].

Bu uygulamada mannanase'nin amacı, yan ürünü "yüksek kaliteli ana protein kaynağına" dönüştürmek değildir. Daha doğru ifade, hammaddedeki mannan kaynaklı sınırlamaların bir kısmını azaltmaya ve rasyon esnekliğini artırmaya yardımcı olabileceğidir. Hayvan beslemede biyoteknoloji ve yan ürün değerini artırma yaklaşımları üzerine yapılan çalışmalar, enzimlerin düşük değerli veya sindirimi zor bileşenlerin besleme değerini artırmada araştırıldığını göstermektedir [9].

Yan ürün kullanımı arttığında rasyon standardizasyonu daha önemli hale gelir. Aynı hammadde adı altında gelen partiler arasında lif profili, yağ kalıntısı, protein kalitesi ve nem gibi farklılıklar bulunabilir. Mannanase bu değişkenliği tamamen ortadan kaldırmaz; yalnızca hedef substratın bulunduğu

koşullarda sindirim desteği sağlayabilecek bir araçtır [2].

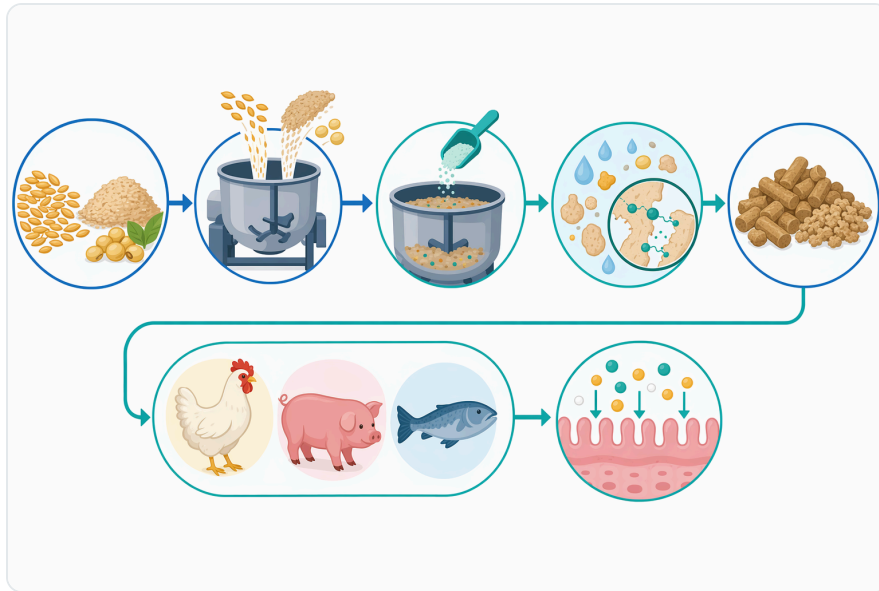
## Ruminant ve süt sığırları beslemesinde değerlendirme

Mannanase çoğunlukla kanatlı ve domuz yemleriyle ilişkilendirilse de ruminant beslemede de  $\beta$ -mannanase takviyesi üzerine araştırmalar bulunmaktadır. Süt sığırları beslemesinde  $\beta$ -mannanase'nin performans ve sürdürülebilir çevre açısından potansiyel faydalarını inceleyen derleme, bu enzimin monogastrik türlerle sınırlı olmayan bir araştırma konusu olduğunu göstermektedir [10].

Ruminantlarda mekanizma, monogastrik hayvanlardan farklı değerlendirilmelidir; çünkü rumen mikrobiyotası karmaşık lif parçalama kapasitesine sahiptir. Bu nedenle ruminant uygulamalarında mannanase'nin etkisi doğrudan bağırsak viskozitesinden ziyade rumen fermentasyonu, yemden yararlanma ve çevresel çıktılarının yönetimi gibi daha geniş bir çerçevede incelenir. Süt sığırları literatüründe sürdürülebilirlik vurgusunun yer alması, bu farklı değerlendirme alanını yansıtır [10].

## Karşılaştırmalı teknik çerçeve: mannanase diğer yem enzimlerinden nasıl ayrılır?

Yem enzimleri aynı amaçla kullanılmaz; her biri farklı bir besinsel darboğazı hedefler. Mannanase'nin doğru konumlandırılması için onu fitaz, proteaz ve diğer karbonhidrat parçalayan enzimlerle karıştırmamak gerekir. Fitazın immobilizasyon stratejileri ve yem beslemesinde fosfor erişilebilirliği açısından incelenmesi, her enzimin kendi substrat-hedef ilişkisine göre değerlendirilmesi gerektiğini gösterir [7].



**Figure 4.** 소화 과정은 식물성 원료 섭취, 만nan의 수화와 캡슐화, 베타-만나나아제에 의한 분해, 점도 감소 및 영양소 접근성 향상의 순서로 진행됩니다.

Yem enzimi odağı	Hedeflenen yem bileşeni	Ana teknik amaç	Mannanase'den farkı
Mannanase	$\beta$ -mannan ve ilgili mannan yapıları	Viskoziteyi ve mannan kaynaklı besin erişim engelini azaltmaya yardımcı olmak	Soya, palm çekirdeği ve mannan içeren bitkisel hammaddelerde daha anlamlıdır
Fitaz	Fitata bağlı fosfor	Fosforun biyoyararlanımını desteklemek	Karbonhidrat değil, mineral-fitat ilişkisini hedefler
Proteaz	Protein fraksiyonları	Protein hidrolizini ve amino asit erişimini desteklemek	$\beta$ -mannan yerine protein sindirimine odaklanır
Ksilanaz / benzeri enzimler	Arabinoksilan ve bazı hücre duvarı polisakkaritleri	Lif kaynaklı viskozite ve hücre duvarı etkilerini azaltmak	Substrat profili mannanase'den farklıdır
Çoklu enzim yaklaşımları	Birden fazla sindirim kısıtı	Karma rasyonlarda birden fazla hedefi aynı anda ele almak	Etki yorumu daha karmaşıktır; hangi enzimin katkı verdiği ayrıştırılmalıdır

Bu ayırım, formülasyon kararlarında önemlidir. Örneğin fosfor matrisi oluşturmak için fitaz kullanmak ile mannan kaynaklı viskoziteyi azaltmak için mannanase kullanmak aynı teknik problem değildir. Yem enzimlerinin hayvan beslemesinde farklı biyoteknolojik roller üstlendiğini vurgulayan çalışmalar, tek bir “enzim katkısı” başlığı altında genelleme yapmanın yetersiz kalacağını göstermektedir <sup>[11]</sup>.

## Bilimsel kanıtların okunması: ne destekleniyor, ne genellenmemeli?

$\beta$ -mannanase üzerine yapılan çalışmaların ortak noktası, performans etkisini çoğunlukla rasyon enerjisi, besin kullanımı, bağırsak sağlığı veya üretim ekonomisi üzerinden değerlendirmesidir. Broiler tavuklarda yapılan meta-analiz, tek tek çalışmaların ötesine geçerek  $\beta$ -mannanase takviyesinin enerji ve besin kullanımıyla ilişkisini daha geniş bir veri çerçevesinde incelemiştir <sup>[1]</sup>.

Domuz çalışmalarında öne çıkan tema, enerji yoğunluğu azaltılmış rasyonlarda performansın korunması ve maliyet faydasıdır. Post-weaning piglet çalışması,  $\beta$ -mannanase eklenen düşük net enerji diyetlerinde eşdeğer performans ve ek ekonomik fayda bildirerek enzimin rasyon maliyeti açısından değerlendirilebileceğini göstermiştir <sup>[8]</sup>.

Bitirme dönemine ilişkin çalışma da üretim maliyetini karkas ağırlığı başına değerlendirmiştir. Bu, yem enzimi etkisinin yalnızca günlük canlı ağırlık artışı veya yem tüketimiyle değil, üretim sisteminin ekonomik çıktılarıyla da ilişkilendirildiğini gösterir. Ancak bu sonuçlar, aynı rasyon yapısı ve aynı

yönetim koşulları olmadan doğrudan genellenmemelidir [5].

Yeni süttten kesilmiş domuzlarda yapılan çalışma ise  $\beta$ -mannanase'nin yalnızca büyüme performansı değil, bağırsak sağlığı ve yem tipine bağlı fonksiyonel rolleri açısından da değerlendirildiğini göstermektedir. Bu alan özellikle önemlidir; çünkü süttten kesim sonrası dönem, sindirim sistemi stabilitesinin hassas olduğu bir fazdır [3].



Figure 5. 만나나아제는 대두박, 팜핵박, 코프라 계열 박류, 참깨박처럼 만남을 함유한 원료가 포함된 배합사료에서 가장 관련성이 높습니다.

Ruminant literatürü, mannanase'nin araştırma alanını genişletir; ancak monogastrik sonuçların ruminantlara doğrudan aktarılmasını desteklemez. Süt sığırı beslemesinde  $\beta$ -mannanase'nin performans ve çevresel sürdürülebilirlik açısından incelenmesi, türler arası mekanizma ve değerlendirme kriterlerinin ayrı düşünülmesi gerektiğini gösterir [10].

## Formülasyon ve proses açısından pratik değerlendirme

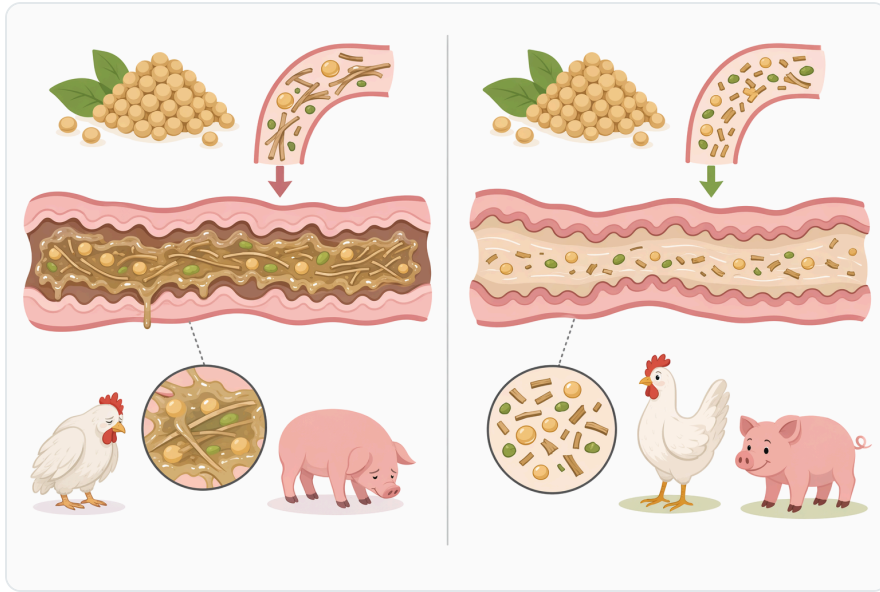
Mannanase'nin etkili olabilmesi için enzimin hedef substratla temas edebilmesi gerekir. Bu temas, hammadde yapısı, öğütme derecesi, karıştırma homojenliği, yem formu ve sindirim kanalındaki koşullardan etkilenebilir. Broiler yemlerinde enzim uygulama yöntemleri üzerine sistematik derleme, uygulama biçiminin performans sonuçlarının yorumlanmasında önemli bir değişken olduğunu göstermektedir [6].

Peletleme, ısı ve mekanik işlem gibi üretim aşamaları yem enzimleri açısından dikkat edilmesi gereken süreçlerdir. Bu belge herhangi bir analiz yöntemi veya reaktif tarifi sunmaz; ancak teknik olarak, enzimin yem üretim sürecindeki stabilitesi ve yem içinde homojen dağılması performans beklentisini

etkileyen temel faktörler arasındadır. Yem enzimleri üzerine uygulama çalışmalarında proses koşullarının sonuçlar üzerindeki etkisi bu nedenle ayrı bir başlık olarak değerlendirilir [6].

Mannanase, temel rasyon dengesizliğini düzelteren bir katkı değildir. Amino asit, enerji, mineral ve vitamin dengesi hatalı kurulmuş bir yemde, mannanase tek başına beklenen üretim performansını sağlayamaz. Biyoteknolojinin hayvan beslemedeki rolünü inceleyen çalışmalar, enzimleri daha geniş bir besleme stratejisinin parçası olarak ele alır; bu yaklaşım mannanase için de geçerlidir [11].

Rasyonda mannan içeren hammadde oranı arttıkça mannanase'nin teknik gerekçesi güçlenebilir; buna karşılık düşük mannan yüküne sahip formülasyonlarda fayda daha sınırlı olabilir. Palm çekirdeği küspesi çalışması, substrat özelliklerinin ve ön işlemlerin mannanase'den beklenen fonksiyonel kazanımları etkileyebileceğini göstermektedir [2].



**Figure 6.** 사료 효소는 서로 대체할 수 없습니다. 만나나아제, 자일라나아제, 셀룰라아제, 피타아제, 프로테아제는 각각 서로 다른 사료 기질을 표적으로 하기 때문입니다.

## Beklenen faydalar ve sınırlar

Mannanase kullanımından beklenen ilk fayda,  $\beta$ -mannan kaynaklı viskozite ve besin erişim engelinin azaltılmasına destek olmasıdır. Bu, özellikle soya ve palm çekirdeği gibi bitkisel hammaddelerin yoğun kullanıldığı rasyonlarda anlam kazanır. Kanatlı meta-analizi, bu çerçevede enerji ve besin kullanımının  $\beta$ -mannanase takviyesiyle ilişkili olarak değerlendirildiğini göstermektedir [1].

İkinci olası fayda, daha esnek hammadde kullanımına katkıdır. Yan ürünlerin hayvan beslemede değerinin artırılması, sürdürülebilir ve ekonomik yem formülasyonu açısından giderek daha fazla incelenmektedir. Biyoteknoloji ve yapay zekâ yaklaşımlarının yan ürün değerini artırma üzerine değerlendirildiği çalışma, enzimlerin bu dönüşümde rol oynayabilecek araçlardan biri olduğunu ortaya koymaktadır <sup>[9]</sup>.

Üçüncü fayda alanı, ekonomik formülasyon stratejileridir. Enerji düzeyi azaltılmış domuz rasyonlarında  $\beta$ -mannanase kullanımıyla performans ve maliyet etkilerinin incelenmesi, enzimin yalnızca sindirim biyolojisi açısından değil, yem maliyeti yönetimi açısından da değerlendirildiğini gösterir <sup>[8]</sup>.

Bununla birlikte, mannanase'den koşulsuz performans artışı beklenmemelidir. Etki; rasyonun  $\beta$ -mannan içeriği, hayvanın fizyolojik durumu, yaş dönemi, sağlık durumu, çevre koşulları ve yem üretim süreciyle birlikte şekillenir. Yeni süttten kesilmiş domuzlarda yapılan çalışma, aynı enzimin farklı yem tipleriyle birlikte ele alındığında fonksiyonel rolünün değişebileceğini göstermektedir <sup>[3]</sup>.

## Ürün tedarik notu: Enzymes.bio'nun rolü

---

Enzymes.bio, bu ürün için bir enzim tedarikçisidir; üretici veya laboratuvar olarak konumlandırılmamalıdır. Mannanase Enzyme For Animal Feed Additives ürünü çevrim içi doğrudan siparişe uygun şekilde sunulur ve 1 kg birimler halinde temin edilir; CoA ve SDS belgeleri siparişe birlikte sağlanır .

Bu tedarik modeli, yem formülasyonu, ürün geliştirme ve düzenli teknik kullanım için net bir çevrim içi satın alma yapısı sunar. Ürün, hayvan yemi katkıları kategorisindeki enzimler arasında yer alır; bu kategori yem sindirilebilirliği, bitkisel hammadde kullanımı ve proses uyumluluğu gibi B2B uygulama ihtiyaçlarıyla ilişkilidir .

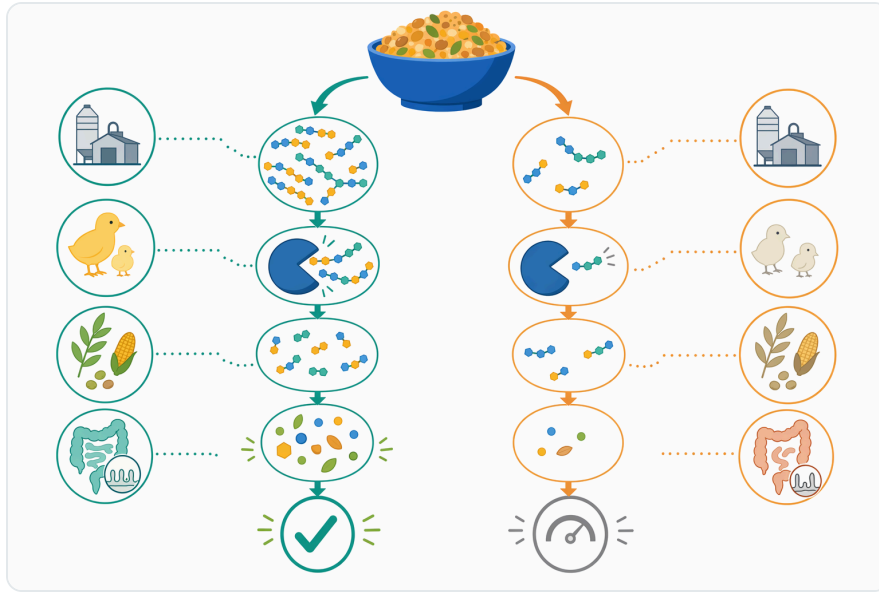


Figure 7. 만나나아제의 실제 효과는 만난 기질의 수준뿐 아니라 동물, 원료 및 가공 조건에 따라 달라집니다.

Enzymes.bio'nun bu bağlamdaki değeri, ürünü abartılı performans iddialarıyla değil, belirli bir teknik uygulamaya yönelik tedarik edilen bir mannanase enzimi olarak konumlandırmasından gelir. Kullanıcı açısından kritik nokta, ürünün rasyondaki  $\beta$ -mannan kaynaklı sınırlamalarla eşleştiği uygulamalarda değerlendirilmesidir .

## Sonuç: mannanase ne zaman anlamlıdır?

Mannanase Enzyme For Animal Feed Additives, hayvan yemlerinde  $\beta$ -mannan kaynaklı sindirim sınırlamalarını hedefleyen teknik bir yem enzimi katkısıdır. En güçlü gerekçesi, soya küspesi, palm çekirdeği küspesi ve benzeri bitkisel hammaddelerde bulunan mannan yapılarını parçalayarak viskozite ve besin erişilebilirliği üzerindeki olumsuz etkileri azaltmaya yardımcı olmasıdır [2].

Kanatlı, domuz ve bazı ruminant uygulamalarında  $\beta$ -mannanase üzerine yapılan çalışmalar, enzimin enerji kullanımı, bağırsak sağlığı, performansın korunması ve ekonomik formülasyon açısından araştırıldığını göstermektedir. Ancak sonuçlar rasyonun hedef substrat içeriğine ve uygulama koşullarına bağlıdır; bu nedenle mannanase, evrensel bir performans artırıcı değil, doğru formülasyon içinde kullanılan hedefli bir sindirim destek aracıdır [1].

Enzymes.bio tarafından tedarik edilen Mannanase Enzyme For Animal Feed Additives, 1 kg birimlerde çevrim içi siparişe uygun bir B2B yem enzimi ürünüdür. CoA ve SDS belgelerinin siparişe birlikte sağlanması, ürünü teknik kullanım ve dokümantasyon ihtiyacı olan yem uygulamaları için pratik bir tedarik seçeneği haline getirir .

## Mannanase Enzyme For Animal Feed Additives $\geq 10000\text{U/G}$ 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.

[Mannanase Enzyme For Animal Feed Additives  \$\geq 10000\text{U/G}\$  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. Kim, H. W., Lee, J. H., Lee, J., & Kil, D. (2024). PSII-17 Effect of dietary  $\beta$ -mannanase supplementation on energy and nutrient utilization in diets fed to broiler chickens: A meta-analysis. *Journal of Animal Science*.
2. Sathitkowitchai, W., Ayimbila, F., Nitisinprasert, S., & Keawsompong, S. (2022). Selection of pretreatment method and mannanase enzyme to improve the functionality of palm kernel cake. *Journal of Bioscience and Bioengineering*.
3. Baker, J. T., Deng, Z., Sokale, A., Frederick, B., & Kim, S. W. (2024). Nutritional and functional roles of  $\beta$ -mannanase on intestinal health and growth of newly weaned pigs fed two different types of feeds. *Journal of Animal Science*, 102.
4. Xu, X., Zhang, Y., Meng, Q., Meng, K., Zhang, W., Zhou, X., Luo, H., ... et al. (2013). Overexpression of a Fungal  $\beta$ -Mannanase from *Bispora* sp. MEY-1 in Maize Seeds and Enzyme Characterization. *PLoS ONE*, 8.
5. Frédéric, V. (2022). Application of a  $\beta$ -Mannanase Enzyme in Diets with a Reduced Net Energy Content Results in Reduced Production Costs Per Kg of Carcass Weight. *Austin Journal of Veterinary Science & Animal Husbandry*.
6. Werku, T. (2025). Method of Enzyme Application and Effect on the Performance of Broilers Fed Meal-Based Diet in Ethiopia: Systematic Review. *American Journal of Applied Scientific Research*.
7. Pragma, Sharma, K. K., Kumar, A., Singh, D., Kumar, V., & Singh, B. (2021). Immobilized phytases: an overview of different strategies, support material, and their applications in improving food and feed nutrition. *Critical reviews in food science and nutrition*, 63, 5465 - 5487.
8. Vangroenweghe, F., Goethals, S., Zele, D., & Bruijn, A. (2023). Application of a  $\beta$ -mannanase enzyme in diets with a reduced net energy content in post-weaning piglets resulted in equal performance and an additional economic benefit. *Medical Research Archives*.
9. Siad, O., & Bouzid, C. (2023). Biotech meets Artificial Intelligence to Enhance the Value of By-Products in Animal Nutrition. *Biological sciences*.
10. Onche, E., Habeeb, T., Denen, F., & Omale, S. (2025). Exploring the benefits of  $\beta$ -mannanase supplementation in dairy cattle nutrition, performance, and a sustainable environment. *Journal of Central European Agriculture*.
11. Al-kuhla, A. A. M. (2025). The Role of Biotechnology in Animal Nutrition. *Natural and Engineering Sciences*.


## 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.