

# SelülaZ Enzim Tozu: Hayvan Yemi Katkılarında Lif Sindirilebilirliği İçin Cellulase Enzyme Powder

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

**Cellulase Enzyme Powder For Animal Feed Additives**, bitkisel yem hammaddelerindeki selüloz ağına etki ederek hücre duvarı yapısını gevşetmeye ve besinlerin sindirimde daha erişilebilir hale gelmesine yardımcı olan toz formda bir selülaZ yem katkısıdır. Enzymes.bio bu üründe tedarikçi konumundadır; ürün çevrim içi olarak 1 kg birimler halinde satılır ve siparişle birlikte CoA ile SDS sağlanır .

SelülaZın yem uygulamalarındaki değeri, “her rasyonda aynı performans sonucunu garanti eden” bir etki değil; yüksek lifli bitkisel hammaddeler, tarımsal yan ürünler, kaba yemler, silajlar ve bitkisel protein kaynaklarının sindirilebilirlik potansiyelini destekleyen teknik bir mekanizmadır. Bu mekanizma, selülozdaki  $\beta$ -1,4 bağlarının parçalanması, hücre duvarı bariyerinin zayıflaması ve rasyondaki enerji ile besin fraksiyonlarının daha erişilebilir hale gelmesi üzerinden açıklanır <sup>[1]</sup>.

## Ürün konumlandırması: Hayvan yemi için toz selülaZ enzimi

Cellulase Enzyme Powder For Animal Feed Additives, hayvan yemlerinde kullanılmak üzere sunulan toz formda bir selülaZ ürünüdür. SelülaZ, bitkisel dokularda hücre duvarının ana iskelet bileşenlerinden biri olan selülozu hedefleyen enzimatik sistemleri ifade eder; bu sistemler gıda, yem, tekstil, biyoyakıt, kâğıt ve atık değerlendirme gibi birçok sektörde lignoselülozik materyallerin parçalanması için incelenmiştir <sup>[1]</sup>.

Yem bağlamında selülaZ bir besin maddesi değildir; rasyonda zaten bulunan bitkisel hammaddelerin fiziksel ve kimyasal erişilebilirliğini destekleyen işlevsel bir yem enzimi olarak değerlendirilir. Kanatlı ve domuz beslemesi üzerine güncel derlemeler, karbonhidrazların ve fitazın yalnızca enerji-matris katkısı olarak değil, lif fraksiyonları, bağırsak ortamı ve besin erişilebilirliği gibi daha geniş etkiler üzerinden ele alındığını vurgular <sup>[2]</sup>.

Enzymes.bio bu üründe üretici veya laboratuvar olarak değil, çevrim içi doğrudan satış yapan tedarikçi olarak konumlanır. Ürün 1 kg birimler halinde satın alınabilir; ürün dokümantasyonu kapsamında CoA ve SDS siparişle birlikte sağlanır, böylece teknik ve güvenlik bilgileri sipariş dosyasında izlenebilir hale

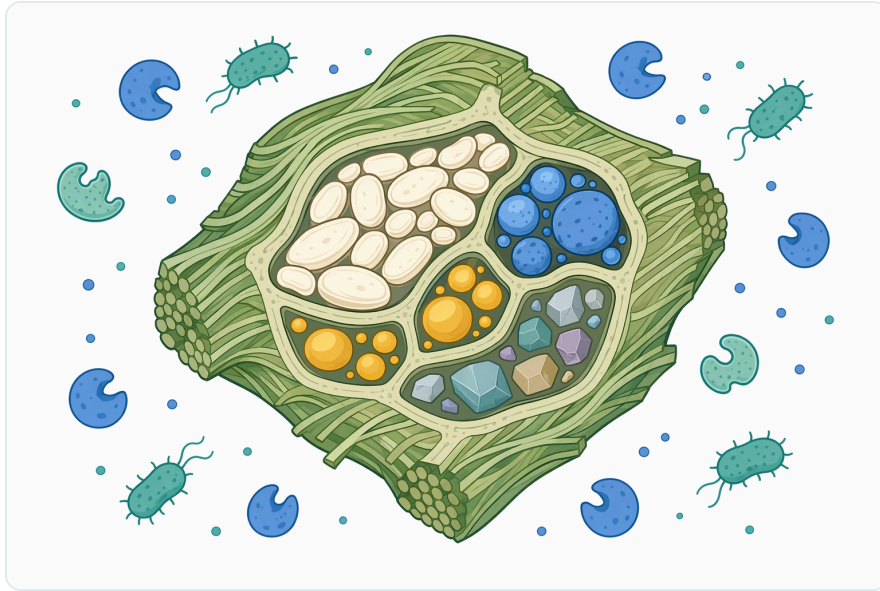
gelir .

## Selüloz yem katkısı hangi besleme sorununa yöneliktir?

Bitkisel yem hammaddelerinde enerji, protein, yağ, mineral ve biyoaktif bileşenler çoğu zaman hücre duvarı matriksi içinde fiziksel olarak korunur. Selüloz, hemiselüloz ve ligninle ilişkili yapılar özellikle kepek, kabuk, posa, sap, saman, silajlık materyal, yağlı tohum küspeleri ve tarımsal yan ürünlerde sindirim enzimlerinin erişimini sınırlayan bir bariyer oluşturabilir [3].

Bu bariyerin etkisi hayvan türüne göre değişir. Ruminantlarda rumen mikrobiyotası lif parçalama kapasitesine sahiptir; buna karşın yüksek lifli veya tarımsal atık bazlı rasyonlarda parçalanma hızı, partikül yapısı ve fermantasyon dengesi hâlâ performans açısından sınırlayıcı olabilir. PE keçilerinde agro-endüstriyel atık bazlı tamamlayıcı yemlerle yapılan bir çalışma, enzim uygulamalarının besin alımı, lif kompozisyonu ve sindirilebilirlik gibi doğrudan besleme parametreleriyle birlikte değerlendirildiğini göstermektedir [4].

Monogastrik hayvanlarda, özellikle kanatlı ve domuzlarda, selülozun sindirim kanalında mikrobiyal olarak parçalanma kapasitesi ruminantlara kıyasla daha sınırlıdır. Bu nedenle dışarıdan eklenen karbonhidrazlar, bitkisel hücre duvarı polisakkaritlerinin besin erişilebilirliği üzerindeki etkisini azaltmaya yönelik olarak incelenir; 2024 tarihli bir derleme, kanatlı ve domuz beslemesinde karbonhidrazların yalnızca enerji katkısı değil, sindirim fizyolojisi ve bağırsak ekolojisi açısından da değerlendirildiğini bildirir [2].



**Figure 1.** 셀룰로오스가 풍부한 식물 세포벽은 섬유질 사료 입자 안의 영양소에 대한 접근을 물리적으로 제한할 수 있습니다.

Su ürünleri yemlerinde de bitkisel hammaddelerin payı arttıkça lif ve hücre duvarı kaynaklı sindirilebilirlik konusu daha görünür hale gelmiştir. Litopenaeus vannamei için hayvansal ve bitkisel içeriklere dayalı yemlerde enzim karışımlarının sindirilebilirlik, büyüme ve enzimatik yanıtlar üzerindeki etkisini inceleyen araştırmalar, bitkisel bileşen yoğun yemlerde dış enzim kullanımının tür ve rasyon düzeyinde değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir [5].

## **Selülazın mekanizması: Bitki hücre duvarındaki selüloz ağı nasıl zayıflar?**

Selüloz, glikoz birimlerinin  $\beta$ -1,4 glikozidik bağlarla uzun zincirler oluşturduğu, kristalin ve yarı kristalin bölgeler içerebilen dayanıklı bir polisakkarittir. Selülaz sistemi bu bağları hedefleyerek uzun zincirleri daha kısa parçalara böler; sonuçta hücre duvarı iskeleti gevşer, lifli yapı daha kırılğan hale gelir ve sindirim ortamında diğer besin bileşenlerine erişim kolaylaşabilir [1].

Mekanizma tek bir “kesme” olayından ibaret değildir. Selüloz zincirinin iç bölgelerinde kırılmalar oluşması, zincir uçlarından daha küçük parçaların ayrılması ve ara ürünlerin daha basit şekere doğru ilerlemesi gibi tamamlayıcı adımlar söz konusudur; bu yüzden literatürde selülaz, çoğu zaman birlikte çalışan bir enzim sistemi olarak ele alınır [3].

Yem uygulamasında hedef, endüstriyel şeker üretimindeki gibi selülozu tamamen fermente edilebilir şekere dönüştürmek değildir. Daha pratik hedef, bitkisel materyalin hücre duvarı sertliğini azaltmak, rumen veya bağırsak ortamında mikrobiyal ve endojen sindirim süreçlerine daha fazla temas yüzeyi sağlamak ve rasyondaki besinlerin fiziksel olarak “hapsolmuş” kalma oranını düşürmektir [2].

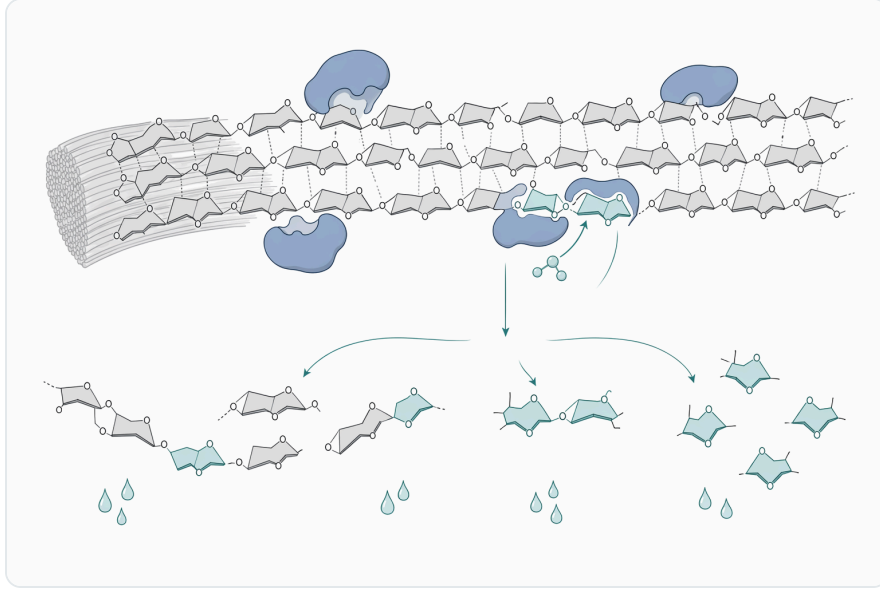
Bu etki, özellikle selülozun tek başına bulunmadığı gerçek yem matrislerinde önemlidir. Bitki hücre duvarı selülozun yanında hemiselüloz, pektin, lignin, fenolik bağlar ve protein-mineral kompleksleri içerebilir; bu nedenle selülaz çoğu uygulamada ksilanaz, beta-glukanaz, pektinaz veya fitaz gibi farklı hedeflere sahip yem enzimleriyle aynı teknik çerçevede değerlendirilir [6].

## **Hangi hammaddelerde teknik anlamı daha yüksektir?**

Selülazın teknik anlamı, rasyondaki selüloz ve toplam lif yükü arttıkça daha görünür hale gelir. Bu nedenle kaba yemler, saman, ot, mısır sapı, şeker kamışı küspesi, pirinç kalıntıları, meyve-sebze işleme posaları, yağlı tohum küspeleri ve agro-endüstriyel yan ürünler selülaz uygulamaları için doğal değerlendirme alanlarıdır [7].

Şeker kamışı bagası bu bağlamda sık incelenen örneklerden biridir. Orta laktasyondaki Holstein Friesian ineklerinde şeker kamışı bagasının Lactobacillus casei TH14, selülaz ve melasla işlenmesini ele alan çalışma, endüstriyel yan ürünlerin ruminant yemlerinde yem değerlendirme, rumen ekolojisi ve

süt üretimi gibi parametrelerle ilişkilendirilebildiğini göstermektedir [8].



**Figure 2.** 셀룰라아제는  $\beta$ -결합으로 연결된 셀룰로오스 사슬을 가수분해하여 세포벽 기질을 약화시키고, 영양소가 소화나 발효에 더 잘 이용되도록 노출시킵니다.

Mısır sapı ve benzeri lignoselülozik kaba yemler de selülaz için pratik uygulama alanıdır. Mısır sapı silajında *Lactobacillus plantarum*, selülaz ve ksilanazın besinsel kalite ile mikrobiyal topluluk yapısı üzerindeki biyoteknolojik etkilerini araştıran çalışma, selülazın yalnızca sindirim kanalında değil, yem fermantasyonu sırasında da hücre duvarı dönüşümlerini etkileyebilecek bir araç olarak değerlendirildiğini göstermektedir [9].

Meyve kabukları ve bitkisel atıklar, selülaz üretimi ve lignoselülozik materyal dönüşümü çalışmalarında da yoğun biçimde incelenir. Muz kabuğu atıklarından mikrobiyal selülaz üretimi üzerine yapılan çalışma, meyve atıklarının selüloz bakımından değerlendirilmesinin yalnızca atık yönetimi değil, enzim teknolojisi ve biyodönüşüm açısından da teknik karşılığı olduğunu ortaya koyar [10].

## Hayvan türlerine göre uygulama mantığı

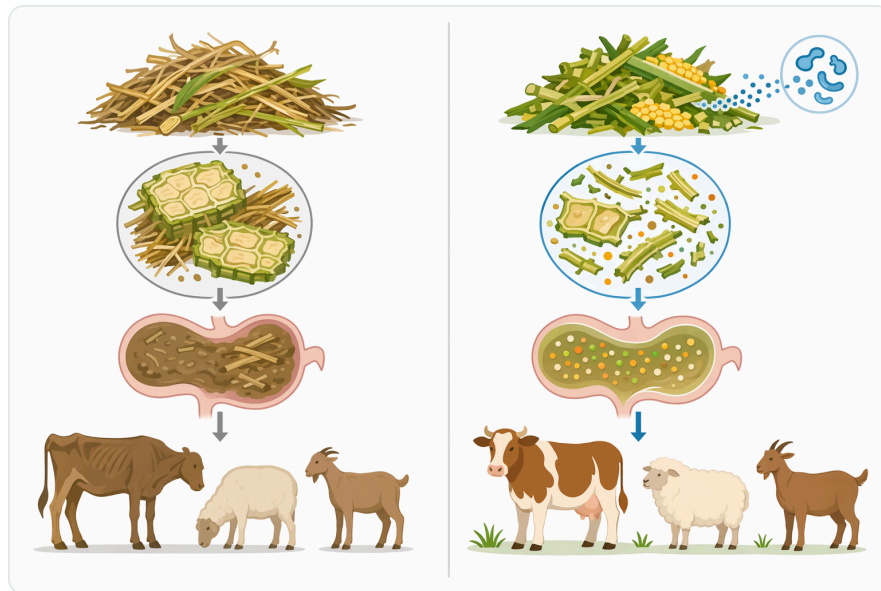
Ruminantlarda selülaz kullanımı, rumendeki doğal lif parçalama kapasitesinin üzerine “ek sindirim” iddiası olarak değil, yem partikülünün ön işlenmesi, lif yüzeyinin erişilebilirliğinin artması ve fermantasyon substratlarının değişmesi şeklinde düşünülmelidir. Laktasyon dönemindeki Jersey ineklerinde eksojen enzim karışımlarının rumen fermantasyonu, üretken performans, süt kalitesi ve hayvan sağlığı ile birlikte incelendiği çalışma, ruminant uygulamalarında etki değerlendirmesinin çok değişkenli yapılması gerektiğini gösterir [11].

Keçi ve koyun gibi küçük ruminantlarda da yüksek lifli tamamlayıcı yemler veya agro-endüstriyel atık temelli rasyonlar önemlidir. PE keçilerinde yapılan çalışma, eko-enzim uygulamasını besin alımı, lif kompozisyonu ve yem sindirilebilirliği gibi ölçütlerle ilişkilendirerek, lifli yan ürünlerin küçük ruminant beslemesinde teknik değerlendirmeye ihtiyaç duyduğunu ortaya koyar [4].

Kanatlılarda selülazın mantığı, viskozite veya nişasta sindirimi gibi tek bir eksene indirgenmemelidir. Bitkisel hücre duvarlarının parçalanması, bağırsakta besinlerin serbestleşmesi ve mikrobiyal fermentasyona giden substratın değişmesi gibi etkiler birlikte değerlendirilir; güncel kanatlı-domuz derlemesi, karbonhidrazların besin ve enerji matrisinin ötesinde bağırsak ekosistemiyle ilişkili sonuçlar doğurabileceğini belirtir [2].

Domuz beslemesinde özellikle buğday yan ürünleri, ayçiçeği küspesi, kolza küspesi, soya kabuğu ve diğer lifli bitkisel hammaddeler rasyon esnekliği sağlar; ancak lif matriksi enerji yararlanımını sınırlandırabilir. Yağlı tohum küspelerinin *Bacillus subtilis* ile fermente edilerek domuz yavrusu beslemesinde enzim üretimi ve probiyotik canlılığı açısından incelendiği çalışma, bitkisel yan ürünlerin biyoteknolojik işleme yem değerinin desteklenmesine yönelik araştırma eğilimini göstermektedir [12].

Su ürünlerinde, özellikle karides ve balık yemlerinde bitkisel protein kullanımının artmasıyla karbonhidrat ve lif fraksiyonları daha kritik hale gelir. *Litopenaeus vannamei* çalışmasında enzim karışımlarının bitkisel ve hayvansal içerikli yemlerde sindirilebilirlik ve büyüme üzerindeki etkilerle birlikte değerlendirilmesi, su ürünleri yemlerinde selülaz benzeri enzimlerin formülasyona bağlı olarak anlam kazanacağını gösterir [5].



**Figure 3.** 사료 효소는 기질 특이성이 있어, 셀룰라아제는 셀룰로오스를 표적으로 하는 반면 자일라나아제,  $\beta$ -글루카나아제,  $\beta$ -만나나아제, 피타아제, 프로테아제는 서로 다른 사료 성분에 작용합니다.

## Uygulama alanlarının karşılaştırmalı görünümü

Aşağıdaki tablo, selülaaz enzim tozunun yem katkısı olarak hangi uygulama bağlamlarında hangi teknik mantıkla ele alınabileceğini özetler. Bu tablo bir dozaj veya satın alma kontrol listesi değildir; farklı yem sistemlerinde selülazın işlevsel rolünü ayırt etmek için hazırlanmış teknik bir karşılaştırmadır.

Uygulama bağlamı	Selülazın hedeflediği temel sorun	Beklenen teknik katkı	Kanıtın yorumu
Ruminant kaba yemleri	Saman, ot, sap ve silajlarda yüksek selülozlu hücre duvarı	Lif yüzeyinin gevşemesi, rumen fermantasyonuna daha erişilebilir substrat	Rumen ekolojisi, süt üretimi ve sağlık parametreleriyle birlikte değerlendirilmelidir [11]
Küçük ruminantlarda agro-endüstriyel yan ürünler	Atık bazlı tamamlayıcı yemlerde lif yükü ve değişken kompozisyon	Besin alımı ve sindirilebilirlik üzerinde destekleyici etki potansiyeli	PE keçisi çalışmaları bu alanın pratik önemini göstermektedir [4]
Kanatlı ve domuz yemleri	Monogastriklerde sınırlı lif parçalama kapasitesi	Hücre duvarı bariyerinin zayıflaması ve besin erişilebilirliğinin artması	Karbonhidraz etkileri enerji matrisinin ötesinde yorumlanmalıdır [2]
Silaj ve fermente yem	Bitki dokusundaki yapısal karbonhidratların fermantasyona sınırlı erişimi	Fermentasyon için kullanılabilir substrat oluşumunun desteklenmesi	Mısır sapı silajında selülaz ve ksilanaz kombinasyonları mikrobiyal yapı ile birlikte incelenmiştir [9]
Su ürünleri yemleri	Bitkisel protein kaynaklarıyla gelen lifli hücre duvarı fraksiyonları	Bitkisel bileşenlerin sindirilebilirliğine destek	Karides yemlerinde enzim karışımları tür ve formülasyon düzeyinde değerlendirilmiştir [5]

## Silaj ve fermente yemlerde selülazın özel rolü

Silajda başarılı fermantasyon, bitki materyalindeki kullanılabilir karbonhidratların laktik asit bakterileri tarafından yeterli hızda dönüştürülmesiyle ilişkilidir. Selülaz, hücre duvarı yapısını kısmen parçalayarak bazı karbonhidrat fraksiyonlarının daha erişilebilir hale gelmesine yardım edebilir; bu nedenle laktik asit bakterileri ve diğer yem enzimleriyle birlikte incelenir [9].

Mısır sapı gibi lignoselülozik materyallerde selülazın tek başına etkisi, materyalin lignin düzeyi, nemi, doğrama boyu, fermentasyon koşulları ve eşlik eden mikroorganizmalara bağlı olarak değişir. *Lactobacillus plantarum*, selülaz ve ksilanazın birlikte ele alındığı mısır sapı silajı çalışması, besinsel

kalite ile mikrobiyal topluluk yapısının aynı anda değişebileceğini göstererek silaj uygulamalarında mekanizmanın çok bileşenli olduğunu ortaya koyar <sup>[9]</sup>.

Restoran gıda atıklarının izomaltooligosakkarit ve L-laktik asitçe zenginleştirilmiş hayvan yemine biyodönüşümünü inceleyen çalışma da enzim-fermantasyon süreçlerinin yem değerini artırmak için nasıl kullanılabileceğine dair daha geniş bir örnek sunar. Bu tür çalışmalar, selülazın doğrudan rasyon katkısı yanında biyodönüşüm ve fermente yem teknolojileri içinde de anlamlı bir araç olabileceğini gösterir <sup>[13]</sup>.

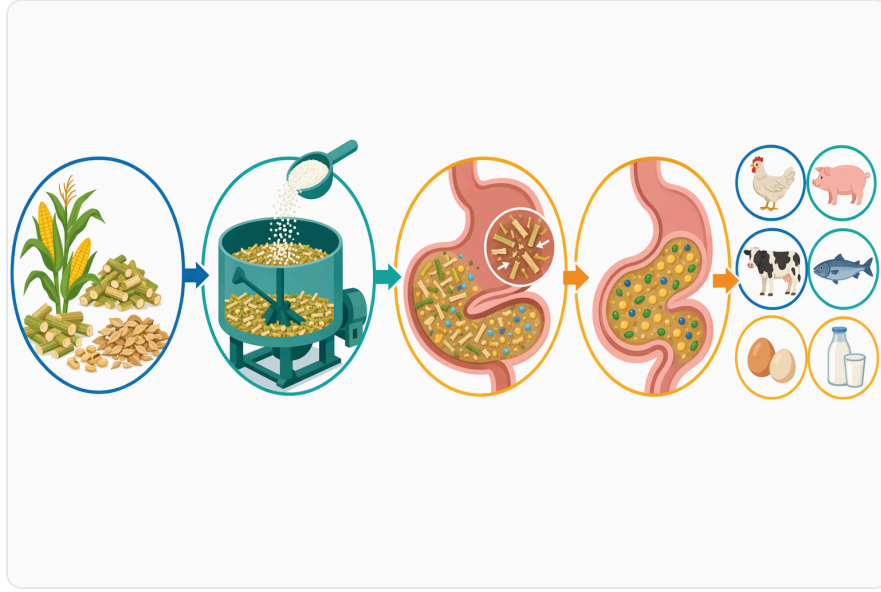
## **Bilimsel kanıtın güçlü olduğu ve sınırlı kaldığı noktalar**

---

Selülazın selüloz parçalama mekanizması bilimsel olarak güçlü biçimde tanımlanmıştır. Filamentli mantarlardan selülaz üretimi üzerine yapılan güncel derleme, selülazların lignoselülozik biyokütlenin parçalanmasında merkezi rol oynadığını ve endüstriyel uygulamalar için uzun süredir araştırıldığını bildirir <sup>[3]</sup>.

Yem performansı tarafında ise sonuçlar daha bağlamsaldır. Bir rasyonda selülazın gözlenen etkisi; hammaddenin selüloz içeriği, lignifikasyon düzeyi, peletleme veya karıştırma süreci, hayvan türü, yaş, bağırsak veya rumen mikrobiyotası ve birlikte kullanılan diğer enzimlerle ilişkili olabilir <sup>[2]</sup>.

Bu nedenle teknik dokümanlarda selülaz için en doğru dil, “yüksek lifli bitkisel hammaddelerde sindirilebilirliği destekleme potansiyeli” şeklindedir. “Canlı ağırlık artışını her koşulda artırır”, “yemden yararlanmayı garanti eder” veya “tüm lif fraksiyonlarını tamamen parçalar” gibi genellemeler bilimsel olarak fazla geniştir ve gerçek yem sistemlerindeki değişkenliği yansıtmaz <sup>[6]</sup>.



**Figure 4.** 조사료와 사일리지 시스템에서 셀룰라아제는 보존 과정 중 급여 전에 작용할 수 있으며, 섬유질 물질의 반추위 발효 과정에서도 다시 작용할 수 있습니다.

Ruminantlarda daha yüksek lif parçalanması her zaman doğrudan daha yüksek performans anlamına gelmeyebilir; rumen pH'ı, uçucu yağ asidi profili, geçiş hızı, yem tüketimi ve mikrobiyal protein sentezi gibi çok sayıda faktör birlikte çalışır. Koyunlarda yem verimliliğinin konak ve rumen mikrobiyotasının ortak etkisiyle şekillendiğini gösteren multi-omik çalışma, lif sindirimine dair tek mekanizmalı açıklamaların yetersiz kalabileceğini ortaya koyar [14].

## Selülazın diğer yem enzimleriyle ilişkisi

Bitki hücre duvarı yalnızca selülozdan oluşmadığı için selülaz çoğu zaman daha geniş bir karbonhidraz yaklaşımının parçası olarak ele alınır. Ksilanaz hemiselüloz fraksiyonlarını, beta-glukanaz bazı tahıl kaynaklı glukanları, pektinaz pektik polisakkaritleri, fitaz ise fitat bağlı fosfor ve mineral erişilebilirliğini hedefler; bu enzimlerin teknik anlamı rasyondaki substrata bağlıdır [2].

Selülaz ve ksilanazın birlikte incelendiği mısır sapı silajı araştırması, hücre duvarının farklı polisakkarit bileşenlerine yönelik enzimlerin aynı uygulama ortamında tamamlayıcı şekilde değerlendirilebileceğini göstermektedir. Bu tamamlayıcılık, özellikle selüloz-hemiselüloz ağının birlikte bulunduğu kaba yemlerde ve tarımsal yan ürünlerde önem kazanır [9].

Süt sığırcılığı tarafında eksojen enzim karışımlarının kullanımı, tek bir enzimden ziyade ruminal fermentasyon, in vitro ve in vivo ölçütler, süt kalitesi ve sağlık parametreleriyle birlikte yorumlanır. Jersey inekleriyle yapılan çalışma, yem enzimlerinin üretim performansına etkisini değerlendirirken

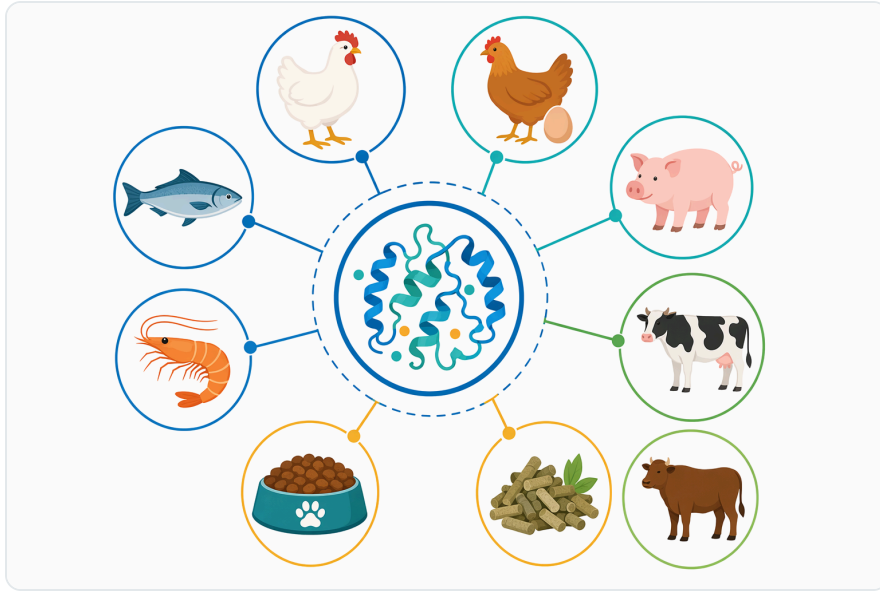
tekil biyokimyasal mekanizmanın yanında bütün rasyon sisteminin dikkate alınması gerektiğini gösterir [11].

Su ürünleri yemlerinde de enzim karışımı yaklaşımı öne çıkar. Litopenaeus vannamei çalışmasında hayvansal ve bitkisel içeriklere dayalı diyetlerde enzim karışımlarının sindirilebilirlik ve büyüme parametreleriyle birlikte incelenmesi, bitkisel protein kaynaklarının arttığı formülasyonlarda çok hedefli enzim stratejilerinin araştırıldığını göstermektedir [5].

## Ürün formu, çevrim içi satış ve dokümantasyon

Cellulase Enzyme Powder For Animal Feed Additives, toz formda ve 1 kg birimler halinde çevrim içi doğrudan satış modeliyle sunulur. Enzymes.bio bu üründe tedarikçidir; ürünün teknik ve güvenlik dokümantasyonu siparişle birlikte CoA ve SDS olarak sağlanır .

CoA, sipariş edilen ürün partisinin dokümantasyon izlenebilirliği için kullanılır; SDS ise taşıma, depolama, elleçleme ve iş güvenliği açısından temel bilgileri içerir. Enzim tozları protein yapılı biyolojik materyaller olduğundan, yem işletmelerinde toz oluşumunu sınırlayan, solumayı azaltan ve kişisel koruyucu ekipman kullanımını dikkate alan iş güvenliği uygulamaları önem taşır [1].



**Figure 5.** 셀룰라아제는 곡물 부산물, 겨, 껍질 또는 증류 곡물 부산물이 영양소 접근을 제한할 수 있는 세포벽 섬유를 제공하는 경우 돼지 사료에서 특히 관련성이 큼니다.

Toz enzimlerin pratik performansı, yem matrisiyle temas, homojen karışım, nem koşulları, sıcaklık maruziyeti ve proses basamakları gibi faktörlerden etkilenebilir. Selülaz teknolojisindeki güncel değerlendirmeler, endüstriyel uygulamalarda stabilite, substrat erişimi ve proses koşullarının enzim

verimliliği açısından kritik değişkenler olduğunu belirtir [6].

Bu nedenle ürün, lifli bitkisel hammaddelerin bulunduğu yemlerde teknik katkı sağlayabilecek bir bileşen olarak düşünölmelidir; ancak rasyonun genel besleme tasarımı, hayvan türü ve yem üretim süreciyle uyumlu kullanılmalıdır. Hayvan besleme literatüründe enzim etkilerinin substrata bağlı olduğu, yani enzimin hedefleyeceği uygun yem bileşeni bulunmadığında beklenen etkinin sınırlanabileceği kabul edilir [2].

## Süürülebilir yem stratejileri ve yan ürün değerlendirme

---

Yem endüstrisinde selölaz ilgisinin artmasının nedenlerinden biri, tarımsal yan ürünlerin ve bitkisel atıkların daha verimli değerlendirilmesi ihtiyacıdır. Meyve atıkları, şeker kamışı bagası, mısır sapı, pirinç kalıntıları ve yağlı tohum küspeleri gibi hammaddeler maliyet ve süürülebilirlik açısından değerli olabilir; fakat lifli yapıları nedeniyle besleme değerleri her zaman doğrudan kullanılabilir değildir [7].

Mikrobiyal selölaz üretiminde meyve atıklarının kullanılması üzerine yapılan çalışmalar, bu materyallerin yalnızca yem hammaddesi değil, aynı zamanda biyoteknolojik dönüşüm için substrat olarak da değerlendirilebildiğini göstermektedir. Bu durum, selölaz teknolojisinin atık azaltımı, biyodönüşüm ve yem kaynaklarının çeşitlendirilmesiyle kesiştiği daha geniş bir çerçeve oluşturur [10].

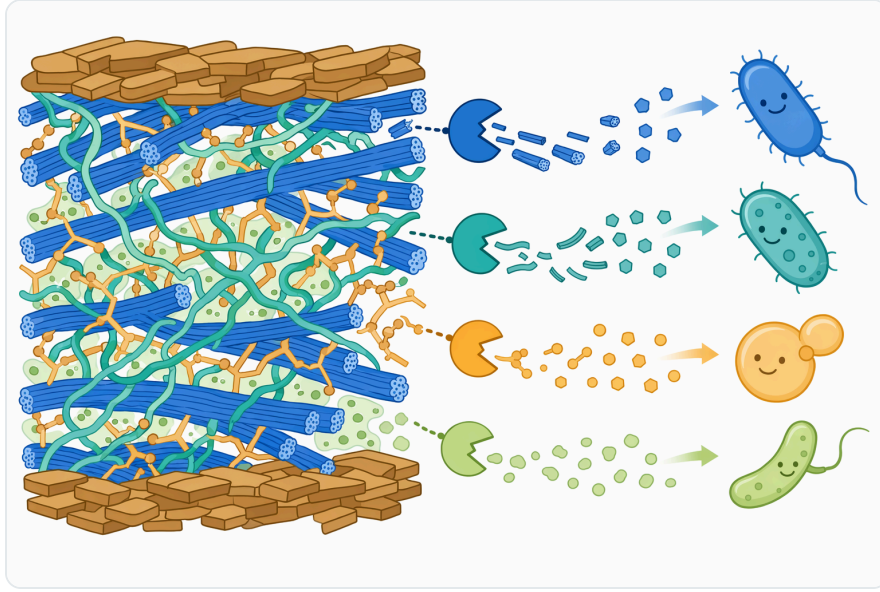
Şeker kamışı atıklarından selölolitik bakterilerin taranması ve selölaz etkinliğinin hayvan yemi bağlamında optimizasyonu üzerine yapılan araştırma, tarımsal atıkların yem değerini desteklemek için mikrobiyal ve enzimatik yaklaşımların birlikte ele alındığını gösterir. Bu tür araştırmalar, selölazın yalnızca “katkı” olarak değil, lifli biyokütlenin yem sistemine entegrasyonunda teknolojik bir araç olarak göröldüğünü ortaya koyar [15].

Yem güvenliği ve süürülebilirlik açısından bu yaklaşımın sınırları da vardır. Tarımsal yan ürünlerin mikotoksin, ağır metal, pestisit kalıntısı, değişken besin kompozisyonu veya depolama bozulması gibi riskleri selölazla ortadan kalkmaz; örneğin hayvan yemlerinde aflatoksin azaltıcı katkılar üzerine sistematik derleme, yem güvenliği konusunun enzimatik sindirilebilirlikten ayrı ve özel değerlendirme gerektirdiğini göstermektedir [16].

## Kullanım beklentilerini gerçekçi tutmak

---

Selölazdan beklenen ana teknik çıktı, bitkisel hücre duvarı selölazın kısmen parçalanması ve bu sayede lifli hammaddelerin sindirim veya fermantasyon süreçlerinde daha erişilebilir hale gelmesidir. Bu, enerji kullanımını ve besin erişilebilirliğini destekleyebilir; ancak sonuç, rasyonun selölaz yükü ve hücre duvarı yapısı ile doğrudan ilişkilidir [1].



**Figure 6.** 식물 세포벽에는 여러 상호작용하는 중합체가 포함되어 있기 때문에 셀룰라아제는 종종 다른 효소나 발효 미생물과 함께 작용합니다.

Bir yem formülünde düşük lifli, yüksek sindirilebilir hammaddeler baskınsa selülazın gözlenen etkisi sınırlı olabilir. Buna karşılık tarımsal yan ürün, kaba yem, kepek, kabuk veya sap oranı yüksek yemlerde selüloz bariyerinin zayıflatılması daha anlamlı hale gelir; agro-endüstriyel atık temelli yem çalışmalarının sindirilebilirlik ve lif kompozisyonunu birlikte incelemesi bu nedenle önemlidir [4].

Selülazın performansla ilişkisi de doğrusal değildir. Daha iyi lif parçalanması; yem tüketimi, geçiş hızı, mikrobiyota dengesi, protein ve enerji senkronizasyonu, mineral erişilebilirliği ve hayvanın fizyolojik durumu ile birlikte sonuç verir. Rumen mikrobiyotası ve konak etkileşimlerinin yem verimliliğini şekillendirdiğini gösteren çalışmalar, enzim etkilerinin bütün sistem içinde yorumlanması gerektiğini destekler [14].

Bu gerçekçi çerçeve, B2B yem uygulamalarında gereksiz iddialardan kaçınmayı sağlar. Selülaz enzim tozu, özellikle yüksek lifli bitkisel yemlerin ve yan ürünlerin daha işlevsel kullanımına katkı sağlayabilecek bir araçtır; ancak rasyon tasarımının, yem güvenliğinin veya hayvan sağlığı yönetiminin yerine geçmez [2].

## **Sonuç: Selülaz enzim tozunun yem katkısı olarak teknik değeri**

Cellulase Enzyme Powder For Animal Feed Additives, bitkisel yem hammaddelerindeki selülozlu hücre duvarı yapısını hedefleyen, toz formda bir selülaz yem katkısıdır. Enzymes.bio ürünü 1 kg birimler halinde çevrim içi satış modeliyle tedarik eder; siparişle birlikte CoA ve SDS sağlanması, ürünün teknik ve güvenlik dokümantasyonu açısından işletmelere izlenebilirlik sunar .

Bilimsel açıdan selülazın temel gücü, selülozdaki  $\beta$ -1,4 bağlarını parçalayarak hücre duvarı ağını zayıflatmasıdır. Yem uygulamalarındaki pratik karşılığı ise yüksek lifli hammaddelerde besin erişilebilirliğini desteklemek, tarımsal yan ürünlerin değerlendirilmesine katkı vermek ve silaj veya fermente yem gibi sistemlerde bitki dokusunun dönüşümünü kolaylaştırmaktır [3].

En doğru değerlendirme, selülazı tek başına mucizevi bir performans artırıcı olarak değil, substrata bağlı çalışan teknik bir yem enzimi olarak konumlandırmaktır. Ruminant, kanatlı, domuz ve su ürünleri yemlerinde potansiyel değeri; rasyonun lif profiline, proses koşullarına, hayvan türüne ve diğer yem enzimleriyle etkileşimine bağlıdır [2].

## Cellulase Enzyme Powder For Animal Feed Additives 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.

[Cellulase Enzyme Powder For Animal Feed Additives 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. Maravi, P., & Kumar, A. (2021). Cellulase: Distribution, Production, Characterization and Industrial Applications. *Biotechnology Journal International*.
2. Júnior, D. T. V., Genova, J., Kim, S. W., Saraiva, A., & Rocha, G. (2024). Carbohydrases and Phytase in Poultry and Pig Nutrition: A Review beyond the Nutrients and Energy Matrix. *Animals*, 14.
3. Zhang, Z., Xing, J., Li, X., Lu, X., Liu, G., Qu, Y., & Zhao, J. (2024). Review of research progress on the production of cellulase from filamentous fungi. *International Journal of Biological Macromolecules*, 134539 .
4. Dzulqaidah, A. M. A., & Islamiyati, R. (2025). Impact of Eco-Enzyme Application on Nutrient Intake, Fiber Composition, and Feed Digestibility in PE Goats Using Agro-Industrial Waste-Based Complementary Feed. *Journal of Global Innovations in Agricultural Sciences*.
5. Sánchez-Alcade, M. C., García-Ulloa, M., Montaña, E. M., Castro-Martínez, C., Álvarez-Ruiz, P., & González, H. R. (2023). Use of Enzyme Mixtures in Diets Based on Animal and Plant Ingredients for *Litopenaeus vannamei*: Effect on Digestibility, Growth, and Enzyme Activity. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*.
6. Budhraj, A. A., & Roy, R. (2024). ADVANCEMENTS IN CELLULASE ENZYME TECHNOLOGY: APPLICATIONS, CHALLENGES, AND FUTURE PERSPECTIVES. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*.

7. Areeshi, M. Y. (2022). Microbial cellulase production using fruit wastes and its applications in biofuels production. *Journal of food microbiology*, 378, 109814 .
8. So, S., Wanapat, M., & Cherdthong, A. (2021). Effect of sugarcane bagasse as industrial by-products treated Lactobacillus casein TH14, cellulase, and molasses on feed utilization, ruminal ecology and milk production of mid-lactating Holstein Friesian cows. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*.
9. Liu, J., Liu, M., Sheng, P., Song, C., Ma, W., Bai, B., Zhao, J., ... et al. (2025). Biotechnological Effects of Lactobacillus plantarum, Cellulase, and Xylanase on Nutritional Quality and Microbial Community Structure of Corn Stover Silage. *Fermentation*.
10. Singh, R., Saati, A., Faidah, H., Bantun, F., Jalal, N. A., Haque, S., Rai, A., ... et al. (2022). Prospects of microbial cellulase production using banana peels wastes for antimicrobial applications. *Journal of food microbiology*, 388, 110069 .
11. Vitt, M. G., Brunetto, A. L., Leal, K., Deolindo, G. L., Corrêa, N. G., Silva, L. E. L., Wagner, R., ... et al. (2025). Use of a Blend of Exogenous Enzymes in the Diet of Lactating Jersey Cows: Ruminal Fermentation In Vivo and In Vitro, and Its Effects on Productive Performance, Milk Quality, and Animal Health. *Fermentation*.
12. Dumitru, M., Rambu, D., Ciurescu, G., Cornescu, G., & Panaite, T. (2025). Enhanced Enzyme Production and Probiotic Viability in Oilseed Cakes Fermented with Bacillus subtilis for Piglet Nutrition. *Fermentation*.
13. Bilal, M., Dan-Niu, & Wang, Z. (2024). Novel enzyme-fermentation process for bioconversion of restaurant food waste into isomaltooligosaccharide-and L-lactic acid-enriched animal feed. *Frontiers in Sustainable Food Systems*.
14. Zhou, G., Li, J., Liang, X., Yang, B., He, X., Tang, H., Guo, H., ... et al. (2024). Multi-omics revealed the mechanism of feed efficiency in sheep by the combined action of the host and rumen microbiota. *Animal Nutrition*, 18, 367 - 379.
15. Ramadhani, S. I., Ardyati, T., & Sjoftan, O. (2023). Screening of Cellulolytic Bacteria from Sugarcane Waste (Bagasse) and Optimization of Cellulase Activity as Animal Feed. *Journal of Tropical Life Science*.
16. Kolawole, O., Siri-anusornsak, W., Petchkongkaw, A., Meneely, J. P., & Elliott, C. (2022). The Efficacy of Additives for the Mitigation of Aflatoxins in Animal Feed: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Toxins*, 14.

## 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**

[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.