

Farklı Hammadde Kaynaklarından Kitinin Saflaştırılması ve Tekstil Uygulamaları

İbrahim ÜÇGÜL¹, Sultan ARAS^{2*}, Dicle ÖZDEMİR KÜÇÜKÇAPRAZ¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomühendislik Anabilim Dalı

(Geliş Tarihi/Received: 09.03.2016, Kabul Tarihi/Accepted: 11.03.2016)

ÖZET

Dünyada çapında, büyük miktarda yengeç, karides ve mantar gibi ürünler değerlendirilmeden çevreye atılmaktadır. Günümüzde atıkların yeniden değerlendirilmelerinin gündeme gelmesiyle birlikte, bu ürünlerden yeni ürünler elde edilmektedir. Bu ürünlerin başında kitin ve türevleri gelmektedir. Kitin, çeşitli alanlarda yüksek kullanım potansiyeline sahip bir materyaldir. Mantarların hücre duvarlarının, böceklerin ve eklem bacaklıların dış iskeletlerinin yapısında ve deniz omurgasızlarının kabuklarının temel yapısında bulunmaktadır. Bu araştırmada, kitinin kristal yapıları, mantar ve kabuklu canlılardan sentezi ve tekstil sektöründeki uygulamalarından bahsedilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kitin, Kitin Kristal Yapısı, Mantar Esaslı Kitin, Tekstilde Kitin Uygulamaları

Purification of the Chitin from Different Sources Material and Textile Applications

ABSTRACT

Throughout the world, a large amount of crabs are discarded into the environment without evaluating products such as shrimp and mushrooms. Today, they do not come up with a re-evaluation of waste, new products, these products are obtained. This product comes at the beginning of chitin and its derivatives. Chitin is a material having a high potential in various fields. The cell walls of fungi, insects, and the structure of the exoskeleton of arthropods and marine invertebrates has the basic structure of the shell. In this study, the crystal structure of chitin, mushrooms and shellfish are mentioned in the synthesis and applications of the textile industry alive.

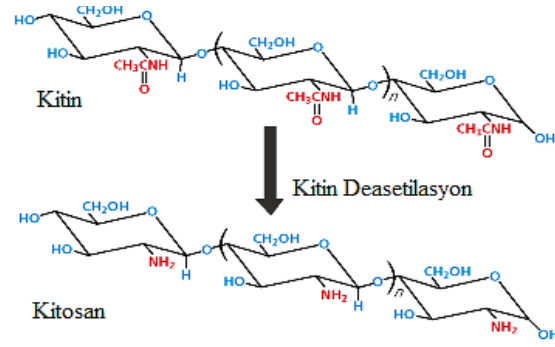
Keywords: Chitin, The Crystal Structure of the Chitin, Based Mushroom Chitin, Textile Applications of Chitin

1. Giriş

Kitin, N-asetil-D-glukozamin gruplarını içeren ve dünyada selülozdan sonra en yaygın bulunan polisakkarit esaslı bir biyopolimerdir (İmamoğlu, 2011; Castro ve Paulin, 2012; Yıldız ve Yanglar, 2014).

Kitin; beyaz, sert, elastik olmayan, azotlu bir polisakkarittir (Kumar, 2000). Kitinin birçok türevi bulunur ve bunlar arasında en önemlisi kitosandır. Kitosan kitinden deasetile edilir (Oyar, 2015). Kitinin tersine asidik solüsyonda çözünebilir. Selülozun moleküler yapısına benzerlik göstermektedir. (Kuzgun ve İnanlı, 2013). Kitine göre birçok avantaja da sahip olan kitosan başta gıda,

kozmetik, ziraat, tıp, kâğıt ve tekstil olmak üzere birçok farklı dalda kullanım alanı bulmuştur (Varlık vd., 2004). Ayrıca; kitin ve türevleri kısmen insan enzimleri ile emilebilir ve zehirli olmadığından ve parçalandığında glikoza çevrilebilen sakkarit makro molekülleri oluşturduğundan insan vücudu içinde yararlıdır. Yaralı dokuda kullanıldığında yarayla aktif hale gelir, alerjik ve istenmeyen reaksiyonlar göstermez (Özdemir, 2006). Şekil 1'de de kitinin deasetilasyonu sonucu en önemli türeği olan kitosan elde edilmektedir (İmamoğlu, 2011; Yıldız ve Yangılar, 2014; Struzczyk vd., 2011).



Şekil 1. Kitinin Deasetilasyonu ile Kitosanın Meydana Gelmesi (İmamoğlu, 2011; Yıldız ve Yangılar, 2014; Struzczyk vd., 2011).

Tablo 1. Kitinin Kristal Yapısı (Minke ve Blackwell, 1978; Saito vd., 1997; Zakaria, 1997; Özparlak, 2003; Aranz vd., 2009).

KİTİN FORMU	ÖZELLİKLERİ	POLİMERİK GÖSTERİMİ
α - kitin	<ul style="list-style-type: none"> - Doğada en fazla bu formda bulunur. - Diğer kristal yapılara göre daha serttir. - En stabil olan formdur. 	
β - kitin	<ul style="list-style-type: none"> - α kitine göre daha az kararlıdır. - Çözülme ve şişme halinde β kitin α kitine dönüşür. - Esnekliğin ve yumuşaklığın gerektiği bölgelerde bulunur. - Fungal hücre duvarlarının temel bileşenidir. 	
γ - kitin	<ul style="list-style-type: none"> - Daha nadir bulunur. - α ve β formlarının bir karışım veya ara formu olduğu düşünülmektedir. - Hem paralel hem de anti paralel bir düzene sahiptir. 	

Kitin, polimer yapısında dizilimine göre 3 farklı formda bulunabilir. Kristal bölge içindeki zincirlerin farklı düzenlenmesi ile oluşan α , β ve γ kitinin özellikleri Tablo 1. 'de detaylandırılmıştır.

2. Kitinin Hammadde Kaynakları

Yengeç, karides gibi kabuklu su ürünlerinin ana maddesi olan, böceklerin iskeletinde ve mantarların hücre duvarlarının yapısında bulunan kitin;

dünyada yıllık üretiminin yaklaşık 150×10^3 ton civarında olduğu belirtilmektedir. Bunun 56×10^3 tonu karidesten, 39×10^3 tonu çeşitli deniz kabuklularından, 32×10^3 tonu mantarlardan ve 23×10^3 tonu istiridyelerden elde edilmektedir (Guang, 2002; Demir ve Seventekin, 2009). Farklı organizmalarda bulunan ağırlıkça saf kitin yüzdeleri Tablo 2. 'de detaylı olarak sınıflandırılmıştır.

Tablo 2. Farklı Organizmalarda Bulunan Ağırlıkça Saf Kitin Yüzdesi(Hobel,2004; Kurita, 2006; Rinaudo, 2006; Arbia vd., 2013).

Organizma	Ağırlıkça kitin(%)	Organizma	Ağırlıkça kitin(%)
Kabuklular:		Yumuşakçalar:	
Cancer (Yengeç)	72.1***	Clam(İstiridyeye)	6.1
Carcinus (Yengeç)	64.2**	shell oysters(Kabuk İstiridyeye)	3.6
Paralithodes (Kral Yengeç)	35.0**	squid pen (Kalamar)	41.0
Callinectes (Mavi Yengeç)	14.0*	Krill (Kabuklar)	40.2
Crangon and Pandalus (Karides)	17-40	Mantarlar:	
Alaska shrimp(Alaska Karides)	28.0****	Aspergillus niger	42.0****
Nephro(Istakoz)	69.8***	Penicillium notatum	18.5****
Homarus(Istakoz)	60-75***	Penicillium chrysogenum	20.1****
Lepas(Yabani Kaz)	58.3***	Saccharomyces cerevisiae	2.9****
Haşarat:		Mucor rouxii	44.5
Periplaneta (Hamam Böceği)	2.0****	Lactarius vellereus	19.0
Blatella (Hamam Böceği)	18.4***		
Coleoptera (Uğur Böceği)	27-35***		
Diptera(Çift Kanatlılar)	54.8***		
Pieris (Kelebek)	64.0***		
Bombyx (İpek Böceği)	44.2***		
Galleria (Balmumu Solucanı)	33.7***		

* Vücut taze kütlesi ile karşılaştırılması, ** Gövdesi kuru kütlesine göre, *** Organik kütikül kütlesine göre, **** Kütikül toplam kütlesine göre, ***** Hücre duvarının kuru kütlesine göre değerlerini gösterir.

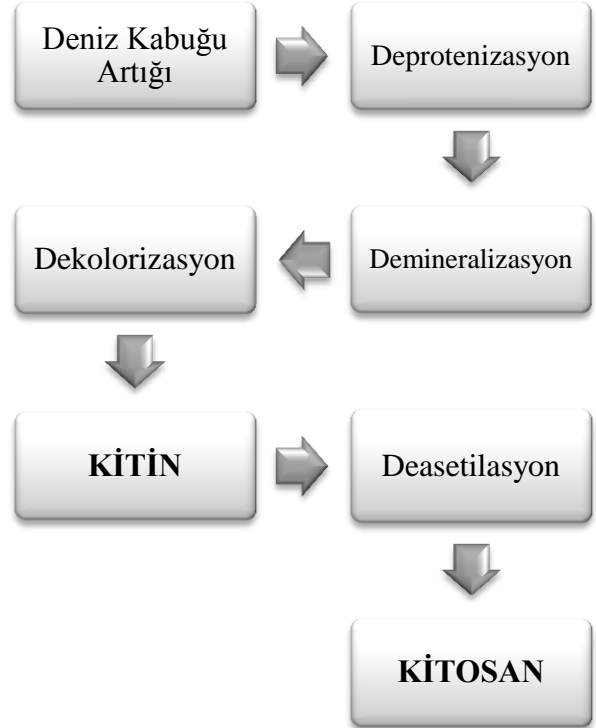
2.1. Deniz Kabuklularından Elde Edilen Kitin ve Türevleri

Kitin; protein, mineral vb. gruplarından uzaklaştırılarak, kimyasal yollarla, farklı ham kitin olarak elde edilmektedir. Kabuklu su ürünleri artıklarının başta kitin olmak üzere çeşitli ürünlerin eldesi şeklinde değerlendirilmesiyle hem ekonomik açıdan kazanç hem de çevre açısından oldukça büyük yarar sağlanmış olmaktadır (Kumar, 2000). Genel olarak bakıldığında, yengeç, istakoz ve karides gibi deniz hayvanlarının kabuk kısmının % 30-40 protein, % 30-50 kalsiyum karbonat ve kalsiyum fosfat ile % 20-30'u kitinden oluşmaktadır. Bu oranlar ve türler mevsimlere bağlı olarak değişim göstermektedir (Cho vd., 1998). Kabuk artıklardan kitin eldesi için, kabuk artıkları alkali ve asit ile işlem görerek, bu artıklardan protein ve mineral maddelerin uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Sonuçta uygun işleme metotları uygulanarak yüksek kalitede kitin elde edilebilmektedir (Pinelli vd., 1998). Kabuklu deniz hayvanlarının yapısındaki protein bazı insanlarda alerjiye sebep olabilmektedir. Dolayısıyla, proteinin tamamen uzaklaştırılması özellikle biyomedikal uygulamalarda kullanımı açısından son derece uygundur (Guang, 2002; Demir ve Seventekin, 2009). Şekil 2'de deniz kabuğundan kitin ve kitosanın eldesinin basamakları yer almaktadır (İmamoğlu, 2011; Yıldız ve Yangılar, 2014).

2.2. Mantar Esaslı Kitin ve Türevleri

Kitin; kabuklu deniz canlıları, (karides, yengeç, istakoz gibi) ve böcekler

(akrep, gelinböceği, kelebek, sivrisinek gibi) başta olmak üzere doğada maya, mantar, alg gibi daha birçok organizmada yaşamsal öneme sahip yapılar olarak kendini gösterir.



Şekil 2. Kitin Ve Kitosanın Deniz Kabuklularından Eldesi (İmamoğlu, 2011; Yıldız Ve Yangılar, 2014).

Mantarlar, klorofilsiz, heterotrof, iplikli yapıda, spor oluşturan, parazit, saprofit ve simbiyotik olarak yaşayan organizmalardır (Adams, 2004). Hücre duvarlarına sahip olan mantarların bu yapılarında kitin, kitosan, glukan gibi maddeler yoğun şekilde bulunur. Özellikle, Basidiomycetes ve Chytridiomycetesler (kitin), Zygomyceteslerde (kitin + kitosan), Ascomyceteslerde (kitin) türleri başta olmak üzere birçok mantar türünde kitin belli yoğunluklarda bulunur (Arda, 2015). Mantarların türüne göre değişiklik göstermekle birlikte, genel olarak hücre

duvarlarının %22 - %44'ü kitinden oluşmaktadır. Mantarlardan elde edilen kitin, deniz kaynakları ile kıyaslandığında az miktarda olmakla birlikte kitin ve kitosanın geniş kullanım alanları nedeniyle mantarların da kitin ve kitosan kaynağı olarak kullanılmak amacıyla ticari olarak üretimleri yapılmaktadır (Patil vd., 2000). Mantarlardan kimyasal yolla kitin eldesi şekil 3.'de verilmiştir.



Şekil 3. Mantarlardan Kimyasal Yolla Kitin Eldesi (Demir ve Seventekin, 2009).

İnsan sağlığı açısından tehdit oluşturan birçok mantar türünden elimine edilen kitin ve türevleri hammadde kaynaklarının aksine aynı zehirli içeriğe sahip değildirler (Varlık ve Üçok, 2006). Kitin miktarının kabuklu canlılara göre

mantarlarda daha az olması, zehirli içerik endişesi, gıda ürünü olarak kullanılan kabuklu deniz ürünlerinin atıklarını değerlendirme gibi nedenler mantarların kitin kaynağı olarak birincil derecede tercih edilmemesinde başlıca etkenler olduğu düşünülmektedir.

3. Kitin Sentezi İçin Uygulanan Yöntemler

Kitin ve türevleri genel olarak kabul edilmiş toksik olmayan, biyolojik olarak bozulabilen doğal bir polimerdir. Kitin, yengeç ve karides kabuklarından ve mantar misellerinden kolayca elde edilmektedir. Mantar misellerinden elde edilmesinde, kitosan-glukan bileşiklerinin üretimi fermantasyon yolu ile yapılır ve alkaliyle muamele gerektirmektedir. Alkali ile muamele de eşzamanlı olarak protein uzaklaştırılır ve kitin sentezlenir (deasetil) (Çağlar, 2005). Kitinin kaynağından saflaştırılması işlemleri aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

3.1. Kimyasal Yöntem: Kitin konsantre hidroklorik asit, sülfürik asit ve çok soğuk asetik asit içerisinde çözünebilir. Ancak su, seyreltik asit, alkali ve organik çözücülerde çok zor çözünürler (Özdemir, 2006). Kitinin kimyasal izolasyonu, çoğunlukla kabuklu canlılardan kitin sentezinde kullanılır. Kabukta bulunan diğer maddelerin uzaklaştırılması ile gerçekleştirilir. Bunun için yapılan işlemler dört ana basamakta toplanabilir (Çağlar, 2005):

1. Kabukların hazırlanması

2. Deproteinizasyon (Uygun bir asit alkali ile proteinlerin uzaklaştırılması) **3.2. Biyolojik Yöntem:** Kitosanın biyolojik sentezinde, *Mucorrouxi*, *Phycomyces blakesleeanus* gibi çeşitli organizmalarla gerçekleştirilmiştir. Bu organizmaların hücre kültürleri kitosan üretimi için kullanılmakta ve elde edilen ürün *Aspergillu sniger*'in kültür ortamına ilave edilmesiyle geliştirilmektedir(Kuzgun ve İnanlı, 2013).
3. Demineralizasyon (Minerallerin ve Kalsiyum karbonat (kalsiyum fosfat) uzaklaştırılması)
4. Dekolorasyon (Renk ayırımıdır. Sodyum hipoklorit ile Pigmentlerin uzaklaştırılması).

Tablo 3. Kitin Sentezi İçin Uygulanan Kimyasal Ve Biyolojik Yöntemlerin Karşılaştırılması (Khor, 2001; Sorlier vd., 2001;Arbia vd., 2013)

		Kimyasal Yöntem	Biyolojik yöntem
Kitinin Kazanımı			
	<i>Demineralizasyon</i>	Asidik muamele ile mineral çözdürme.(HCL, HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , CH ₃ COOH ve HCOOH)	Bakteri ve laktik asit tarafından ilave edilen karbon kaynağıdır.
	<i>Deproteinizasyon</i>	Alkali ilavesi ile protein çözdürme.	Salgılanan proteazlar tarafından yürütülen fermantasyon ortamına deproteinizasyon ekleyerek elde edilir. Kitin eldesinde proteolitik bakteriler ve proteazlar yardımcı olur.
		Asit ve alkali işlem sonrası atık su arıtmada suyun içinde kitinde bulunmaktadır. Bu hem kitin kaybını hem de arıtımın maliyeti artırır.	Biyolojik yöntemde kitin eldesinin maliyeti azaltıp karbon kaynağı olarak optimize edilebilir.
			Proteinler ve mineraller sulandırılarak insan ve hayvanlar için besin kaynağı olarak kullanılabilirler.
Kitinin Kalitesi			
	Kitin üretiminde önemli bir sorun, molekül ağırlığı ile asetilasyon derecesinin bir fonksiyonu olan son ürünün kalitesidir.	Kimyasal Yöntemde kitin kalitesi ve özellikleri için geniş bir ürün yelpazesi vardır.	Biyolojik yöntemde ise, homojen ve iyi kalitede ürün elde edilir.
		Bu yöntemde organik tuzlar, deasetilasyon ve depolimerizasyondaki reaksiyona sebep olabilecekleri için kaldırılabilir.	
		HCl ve inorganik asitlerin asetilasyon derecesinde kullanımı kitinin saflaştırılmasında olumsuz etki oluşturur ve kitinin yapısındaki özelliklerini etkiler.	
		Dört farklı asitler ile elde edilen farklı kitinler karşılaştırması, polimer özellikleri, kullanılan sentezleme yöntemine göre farklılık göstermektedir.	

Kitin sentezi için uygulanan kimyasal ve biyolojik yöntemlerin kitinin kazanımı ve elde edilen ürünün kalitesi bakımından karşılaştırılması Tablo 3. 'de verilmektedir.

Enzimatik Yöntem: Enzimlerle işlemlerde mantarlarda kitin ile birlikte bulunan protein miktarının yaklaşık % 5 kadar olduğu bilinmektedir (Kuzgun ve İnanlı, 2013). Enzimatik yöntemler özellikle gıda üretimi ve kalite güvencesi için önemlidir (Protek, 2015). Enzimatik oksidasyon teknikleri, meyve sularında, biralarda, tekstil, gıda sanayisinde ve kimya gibi oldukça farklı endüstriyel alanlar için potansiyel bir uygulama alanına sahiptirler (Kara köse, 2011).

Kitin çoğunlukla mantarların hücre duvarında bulunmaktadır. Kitinin sentezinde görev alan chitinsynthase enzimi birçok mantarda zymogen (inaktif formda) halinde sentezlenir. Sonradan, proteolitik enzimlerin (kısmi proteolitik) etkileri ile aktif enzim haline dönüştürülür. Son yıllarda, elektron mikroskopla yapılan çalışmalarda chitinsynthase enziminin hücre içinde partiküller halinde (chitosome) bulunduğu gösterilmiştir. Eğer kitosanlar, enzim, proteolitik enzim ve substrat ile birlikte inhibe edilirse, bir süre sonra tipik kitin mikro fibrinlerinin oluştuğu gözlenebilir (Taş vd., 2012).

Yukarıda, birçok farklı deneysel çalışma yapılmakla birlikte, yaygın olarak kullanılan yöntemler kısaca açıklanmıştır. Kitinin kimyasal yöntemler ile sentezlenmesiyle, kullanılan kimyasallara bağlı olarak çoğunluğu daha sonraki

uygulamalarda biyolojik olarak uyumlu bu polimerle tezat oluşturan toksin etkiye sebep olan atık maddeler açığa çıkmaktadır. Bu kimyasal atıklar çevre sağlığı açısından zararlı etkilerinin olduğu bilinmektedir. Yeşil prosesler olarak da günümüzde oldukça ilgi gören biyolojik ve enzimatik sentezlenme yolları kitin sentezlemede başvurulan diğer yöntemlerdir. Her iki yöntemde de kimyasal kullanımı minimize edildiği için kimyasal atık sorunu ortadan kalkmış olur.

4. Kitin ve Kitosanın Tekstil Uygulamaları

Kitin ve kitosan günümüzde tıptan gıdaya, ziraattan kozmetiğe, eczacılıktan atık su arıtımına ve tekstil sektörüne kadar sayısız alanda kullanılabilir. Tekstilde kitin ve türevlerinin kullanım amaçları aşağıda listelenmiştir (Felse, 1999; Morfin vd., 2002; Rabea vd., 2003; Çay ve Duran, 2004; Demir ve Seventekin, 2009; Pacheco vd., 2009; İmamoğlu, 2011; Taş vd., 2012; Kuzgun ve İnanlı, 2013).

- Antimikrobiyal özellik kazandırması,
- Yünlü kumaşlarda çekmezlik sağlaması,
- Reaktif boyamada tuz miktarını azaltması,
- Pamuğun asit boyarmaddelerle boyana birlik kazanması,
- Anti statik özellik kazandırılması, deodorant maddesi olarak,
- Yara bandı yapımında,

- Sargı bezi yapımında ve yara tedavisinde (yara tedavisini % 30 oranında hızlandırmaktadır.),
- Tıbbi tekstillerde implante edilen ürünlerin hammaddesi ya da kompoziti olarak,
- Mikrokapsülasyonda,
- Bitki tohumu paketlemede,
- Tekstil hazır-giyimde elyaf olarak kullanılmaktadır.

Örneklerde görüldüğü üzere kitin ve türevleri tekstil uygulamalarında biyobozunur bir polimer olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ürünlerin tamamına yakını deniz kabuklularının iskeletlerinden elde edilmektedir. Mantar kaynaklı kitin ve türevleri, kot kumaşlarının yumuşatılması ve beyazlaştırılmasında biyolojik taşıma (Çağlar, 2005) amaçlı kullanılmış olmakla birlikte çoğunlukla deneysel çalışmalar dışında çokta ilgi görmemektedir.

5. Sonuç

Günümüzde çevre dostu ürünler için yenilenebilir kaynaklara olan ilgi gittikçe artmaktadır. Kitin, N-Asetil-D-glukozamin monomerlerinin (Glc-NAc) β -1,4 bağıyla oluşmuş, yüksek molekül ağırlıklı, çözünmez, lineer doğal bir kaynaktır. Doğada selülozdan sonra en çok bulunan polisakkarit olarak bilinir. Mantarların hücre duvarlarının, böceklerin ve eklem bacaklıların dış iskeletlerinin yapısında ve deniz omurgasızlarının kabuklarının temel yapısal bileşenidir.

Çeşitli metotlar kullanılarak elde edilen kitin ve türevlerinin en belirgin özellikleri antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri sayesinde değerlendirilebilen biyobozunur polimerler olmalarıdır.

Tekstil alanında da geniş biçimde kullanılan kitin ve türevleri antimikrobiyal, boyama, yünde keçeleşmezlik vb. gibi birçok özellikleri sayılabilmekte ve bu konuda çalışmalar sürmektedir. Kitin ve türevlerinin bu şekilde kullanım olanaklarının genişletilmesiyle, doğa büyük miktarda atık yükü oluşturan deniz kabuklularının önüne geçilmesinin yanı sıra aynı zamanda biyopolimer olarak kullanımıyla başta insan sağlığı olmak üzere herhangi bir yan etki göstermeyen ürünlerin kullanımı avantajından da yararlanılmaktadır.

Bu derleme kitin ve türevlerinin farklı hammaddeler ile saflaştırılması ve tekstilde yaygın uygulama alanları hakkında kısa bilgiler vermeyi amaçlamıştır ve konuyla ilgili çalışmalara yardımcı kaynak olacaktır.

6. Kaynaklar

- Adams, D.J., 2004. Fungal Cell Walls Chitinases And Glucanases. *Microbiology*, 150, 2029-2035.
- Aranaz, I., Mengibar, M., Harris, R., Paños, I., Miralles, B., Acosta, N., Galed, G., Heras, A., 2009. Functional Characterization of Chitin and Chitosan. *Current Chemical Biology*, 3, 203-230.
- Arbia, W., Arbia, L., Adour, L., Amrane, A., 2013. Chitin Extraction from

- Crustacean Shells Using Biological Methods. Food Technol. Biotechnol. 51 (1) 12–25.
- Arda, M., 2015. Mantarların Morfolojik Özellikleri. Erişim Tarihi: 16.01.2016.
<http://www.mikrobiyoloji.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFFA79D6F5E6C1B43FF380B7B4044EFBoA3>
- Castro, M., Paulin, L., 2012. Is Chitosan a New Panacea Areas of Application. Erişim Tarihi: 20.12.2015.
<http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/40589.pdf>
- Cho, Y.I., No, H.K., Meyers, S.P., (1998), Physicochemical characteristics and functional properties of various commercial chitin and chitosan products. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46: 3839-3843
- Çağlar, Z., 2005. Trichoderma Atrovırıda'den Elde Edilen Kitinazın Kısmi Saflaştırılması. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 75s, İstanbul.
- Çay, A., Duran, K., 2004. Kitosanın Tekstilde Kullanım Olanakları. Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, 1, 25-27.
- Demir, A., Seventekin, N., 2009. Kitin, Kitosan ve Genel Kullanım Alanları. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3(2), 92-103.
- Felse, P.A., Panda T., 1999. Studies on Applications of Chitin and Its Derivatives. Bioprocess Eng., 20, 505–512.
- Guang, W.Y., 2002. The Effect of Chitosan and Its Derivatives on the Dyeability of Silk. The Hong Kong Polytechnic University, Institute of Textiles and Clothing, Thesis of Doctor, 100, Hong Kong.
- Hobel, C.F.V., 2004. Access to Biodiversity and New Genes From Thermophiles by Special Enrichment Methods. University of Iceland, Reykjavik, Thesis of Doctor, 96, Iceland.
- İmamoğlu, Ö., 2011. Biyo kontrolde Doğal Ürünlerin Kullanılması: Kitosan. Türk Hijyen Ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 68(4), 215-222.
- Karaköse, M., 2011. Atık Mantar Kompostunun Ligno selülozik Enzim Kaynağı Olarak Kullanımı. Erişim Tarihi: 21.12.2015.
[http://www.egelisesi.k12.tr/dosyalar/editor/file/Proje26\(2\).pdf](http://www.egelisesi.k12.tr/dosyalar/editor/file/Proje26(2).pdf)
- Khor, E., 2001. Chitin: Fulfilling a Biomaterials Promise. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands.
- Kumar, M.N.V.R., 2000. A Review of Chitin and Chitosan Applications. Reactive and Functional Polymers, 46(1), 1–27.

- Kurita, K., 2006. Chitin and Chitosan: Functional Biopolymers From Marine Crustaceans. *Marine Biotechnology*, 8, 203–226.
- Kuzgun, N., İnanlı, G., 2013. Kitosan Üretimi ve Özellikleri İle Kitosanın Kullanım Alanları. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 6(2), 16-21.
- Minke, M., Blackwell, J., 1978. Structure of alpha-chitin. *Journal of Molecular Biology*, 120(2), 167-181
- Morfin, I., Hazot, P., Guillot, F., Soler, C., Korwin-Zmijowska, C., Tahiri K., 2002. Percolating Hydrogels For Tissue Engineering. *European cells & materials Journal Impact Factor*. 4, 55–56.
- Oyar, P., 2015. Titantum ve Özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 11(11), 151-159.
- Özdemir, D., 2006. Kemiksi Dokuların Polimer Yöntemi ile Üretilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Isparta.
- Özparlak, H., 2003. Böceklerde Kutikulanın Yapısı, Deri Değişirme ve Diflubenzuron'un (DFB) Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi* 21, 7-19.
- Pacheco, N., Garnika-González, M., Ramírez Hernández, J.Y., Flores-Albino, B., Gimeno, M., Bárzana, E., Shirai, K., 2009. Effect of Temperature on Chitin and Astaxanthin Recoveries From Shrimp Waste Using Lactic Acid Bacteria. *Bioresource Technology*, 100, 2849–2854.
- Patil, R.S., Ghormade, V., Deshpande, M.V., 2000. Chitinolytic Enzymes: an Exploration. *Enzyme and Microbial Technology*, 26, 473–483
- Pinelli, S.A., Toledo, G.A., Esquerria, B.I., Luviano, S.A., Higuera, C.I., 1998. Shrimp Shell Waste as a Source of Chitin Biopolymers. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 48 (1), 58-61.
- Protek, 2015. Enzimatik Analizler. Erişim Tarihi: 21.12.2015. <http://www.protekanalitik.com/enzimatik-analizler,PR-201.html>
- Rabea, E.I., Badawy, E.T.M., Stevens, C.V., Smagghe, G., Steurbaut, W., 2003. Chitosan as Antimicrobial Agent: Applications and Mode of Action. *Biomacromolecules*, 4, 1457–1465.
- Rinaudo, M. 2006. Chitin and Chitosan: Properties and Applications. *Progress in Polymer Science*, 31, 603-632.
- Saito, Y., Putaux, J.L., Okano, T., Gaill, F. ve Chanzy, H., 1997. Structural Aspects of the Swelling of Beta Chitin in HCL and Its Conversion into Alpha Chitin. *Macromolecules*, 30(13), 3867-3873.
- Sorlier, P., Denuzière, A., Viton, C., Domard, A., 2001. Relation Between the

Degree of Acetylation and the Electrostatic Properties of Chitin And Chitosan. *Biomacromolecules*, 2, 765-772

Struszczyk, H., Orlikowski, B.L., Skrzypczak C., 2011. Chitosan in the Control of Soil-Borne Pathogens. *Chitin Enzymology*, 197-205.

Taş, S.G., Eraslan, T., Kösem, Y., Turan, V., 2012. Mantarlar Alemi (Fungi), Mantarların Metabolizması. Erişim tarihi: 13.01.2016.

<https://yakupkosem.files.wordpress.com/2012/12/mantarlarfungi-alemi.docx>

Varlık, C., Üçok, D., 2006. Biyolojik Katkı Maddesi Kitin. *Dünya Gıda Dergisi*, 2, 70-73.

Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S., Baygar, T. 2004. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul pp.473-474.

Yıldız, P., Yangılar, F., 2014. Gıda Endüstrisinde Kitosanın Kullanımı. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 30(3), 198-206.

Zakaria, Z., 1997. Lactic Acid Purification of Chitin From Prawn Waste Using a Horizontal Rotating Bioreactor. Ph. D. Thesis, Loughborough University.