36252.01

ÖZET

VİSKOZİTESİ MODİFİYE EDİLMİŞ, ŞEKERİ AZALTILMIŞ YÜKSEK KURU MADDELİ OLİGOSAKKARİT ŞURUBU VE ÜRETİMİ İÇİN ENZİM KOKTEYLLERİNİN HAZIRLANMASI

Bu buluş, düşük miktarlarda mono ve disakkarit (%10 ve altı değerler), yüksek düzeyde oligosakkarit (Dpn) içeren, modifiye edilmiş, yüksek kuru maddeli oligosakkarit şurubu ve bahsedilen oligosakkarit şurubu elde edilmesinde kullanılan enzim kokteyli ile ilgilidir.

36252.01

İSTEMLER

1. Viskozitesi modifiye edilmiş, şeker oranı azaltılmış yüksek kuru maddeli oligosakkarit şurubu elde etmeye uygun; en temel halinde alfa amilaz, pullulanaz, maltotrioz zenginleştirici, maltotetrojenik alfa amilaz ve lizofosfolipaz enzimi **içermesi ile karakterize edilen** bir enzim kokteyli.

2. Ağırlıkça %9-38 oranında alfa amilaz, %30-59 oranında pullulanaz, %15-27 oranında maltotrioz ve %9-38 oranında maltotrojenik alfa amilaz **ile karakterize edilen** İstem 1'deki gibi bir enzim kokteyli.

3. Bahsedilen alfa amilazın bakteriyel alfa amilaz veya fungal alfa amilaz olması **ile karakterize edilen** İstem 1 veya 2'deki gibi bir enzim kokteyli.

4. Ağırlıkça %1-3 oranında lizofosfolipaz enzimi içermesi **ile karakterize edilen** İstem 1'deki gibi bir enzim kokteyli.

5. Glukoz şurupları ve sakarozun kullanıldığı uygulamalarda kullanılmaya uygun; şeker profili dağılımı Dp1+Dp2: %5-10, Dp3-Dp6: %28-41 Dp6-Dpn: %49-67 olması **ile karakterize edilen** bir oligosakkarit şurubu.

6. Viskozitesi 30000-47000 cP olması **ile karakterize edilen** İstem 5'deki gibi bir oligosakkarit şurubu.

7. %80 kuru madde içermesi **ile karakterize edilen** İstem 5'deki gibi bir oligosakkarit şurubu.

8. 15-20 dekstroz eşdeğerine (DE) sahip olması **ile karakterize edilen** İstem 5'deki gibi bir oligosakkarit şurubu.

9. Glukoz şurupları ve sakarozun kullanıldığı uygulamalarda kullanılmaya uygun;

- 20-25 Bome ve pH 5,0-6,5 değerlerindeki nişasta çözeltisi (NÇ), % 0,1-0,2 alfa amilaz enzimi (AA) ile hidrolize edilmesi (101),
- Buhar vasıtasıyla hidrolize nişasta çözeltisine 100-115 °C sıcaklığı aralığında bir ön pişirme uygulanması (102),
- 1-15 dakika süreyle konversiyonun gerçekleştirilmesi (103),
- Elde edilen çözeltinin, İstem 1'de bahsedilen enzim karışımının (EnMx) reaksiyon tankına alınması ve reaksiyon sonrasında asit çözeltisi (AÇ) ile enzim inaktivasyonunun gerçekleştirilmesi (104),
- Saflaştırma ve filtrasyon işlemlerinin gerçekleştirilmesi (105),
- Elde edilen oligosakkarit şurubunun reaksiyon esnasında %35-45 içerikli kuru maddesinin vakum altında ısıtma ile gerçekleştirilen evaporasyon işlemi aracılığıyla %77-79 kuru madde seviyelerine çıkarılması (106),
- Nihai ürün olan oligosakkarit şurubunun elde edilmesi (107) **ile karakterize edilen** oligosakkarit şurubunun üretim prosesi (100).

10. Enzim karışımının (EnMx) reaksiyon tankına alınması ve asit çözeltisi (AÇ) ile enzim inaktivasyonunun gerçekleştirilmesi (104) işlem basamağında, pH aralığının 5,0-5,5 arası olması **ile karakterize edilen** İstem 9'daki gibi oligosakkarit şurubunun üretim prosesi (100).

11. Enzim karışımının (EnMx) reaksiyon tankına alınması ve asit çözeltisi (AÇ) ile enzim inaktivasyonunun gerçekleştirilmesi (104) işlem basamağında, reaksiyon sıcaklığının 60-62°C arası olması **ile karakterize edilen** İstem 9'daki gibi oligosakkarit şurubunun üretim prosesi (100).

36252.01

TARİFNAME
VİSKOZİTESİ MODİFİYE EDİLMİŞ, ŞEKERİ AZALTILMIŞ YÜKSEK KURU MADDELİ OLİGOSAKKARİT ŞURUBU VE ÜRETİMİ İÇİN ENZİM KOKTEYLLERİNİN HAZIRLANMASI

Teknik Alan

Bu buluş, düşük miktarlarda mono ve disakkarit, yüksek miktarlarda oligosakkaritleri içeren, viskozitesi modifiye edilmiş, şekeri azaltılmış, yüksek kuru maddeli oligosakkarit şurubu ve bahsedilen oligosakkarit şurubunun elde edilmesinde kullanılan enzim kokteyli ile ilgilidir.

Önceki Teknik

Glukoz şurupları; mısır, buğday, patates gibi farklı ham maddelerden elde edilebilen, nişastanın uygun koşullarda enzimatik veya asidik hidrolizi ile üretilebilen şuruplardır.

Şurupların kimyasal, fiziksel ve fonksiyonel özellikleri, sahip oldukları karbonhidrat kompozisyonu (şeker profili) ile farklılaşmakta; şeker profili ise kullanılan ham madde, hidroliz yöntemi, enzim çeşidi/çeşitleri, reaksiyon sıcaklığı, ortam pH'ı, reaksiyon süresi gibi etmenlerle değişebilmektedir. Ortaya çıkan şeker profili, son ürün olan oligosakkarit şurubunun mekanik/fiziksel özelliklerine (tatlılık, viskozite, renk vb.) etki etmektedir. Bu da ürünün farklı uygulamalara hitap etmesini sağlamaktadır. Şurupların kimyasal, fiziksel ve fonksiyonel özellikleri karbonhidrat kompozisyonları ile değişmektedir. Bu özellikleri yorumlayabilmek için Dp (polimerizasyon dereceleri) veya DE değerleri kullanılmaktadır. DE (dekstroz eşdeğeri) terimi; bir nişasta hidrolizatının, kuru ağırlık bazında hesaplandığında, toplam indirgeyici değerini ifade etmektedir. Bir şekerin

indirgeme gücü, alkali bakır sülfatı (fehling çözeltisi) bakır oksite indirgeme kabiliyeti ile ölçülmekte olup, dekstrozun dekstroz eşdeğeri (DE) 100 olarak tanımlanmaktadır. DE, 'Lane Eynon' yöntemi ile ölçülmektedir. Şuruplar DE değerleri bakımından 20-38 DE, 38-58 DE, 58-73 DE ve >73 DE olmak üzere 4 ana gruba ayrılmaktadır.

Endüstride yaygın olarak kullanılan nişasta türevi şurupların tipik olarak toplam mono ve disakkarit düzeyi %15-99 olarak belirtilmektedir. En sık kullanılan ürünler ise %25 ve üzeri toplam mono ve disakkarit içeriğine sahiptir. %25 ve daha az toplam mono ve disakkarit değerine sahip şurupların tatlılığı düşük, viskoziteleri nispeten yüksektir.

Son yıllarda sağlıklı beslenme algısının yükselen popülaritesi sebebi ile şeker içeriği azaltılmış ürünlere yönelim artmıştır. Ancak gıda ürünlerinde şeker içeriğinin düşürülmesi, son ürün üzerinde deneyimlenen tat, doku vb. gibi özelliklerin değişmesine neden olabilmektedir.

Nişasta hidrolizatları ve maltodekstrinler, farklı dekstroz eşdeğerine sahip şurupların elde edilmesi için çeşitli şartlarda hidroliz edilirler. Dekstroz eşdeğeri ne kadar yüksek ise polimerizasyon derecesi o kadar düşük, şurubun tatlılığı ve şeker içeriği o kadar fazladır. Maltodekstrinler 20'den daha az dekstroz eşdeğerine sahip ürünlerdir. Ticari şuruplar farklı dekstroz eşdeğerlerinde olabilmektedir. Farklı dekstroz eşdeğeri de, farklı mono ve disakkarit seviyelerine işaret etmektedir. Düşük mono ve disakkarit içerikli ürünler öncelikli olarak tatlandırma amacı ile kullanılmasa bile, tatlılığa az da olsa katkıda bulunurlar. (Nutrition and Supplement Facts Labels / U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition) Düşük mono ve disakkarit içerikli ürünlerin öncelikli kullanım amacı, kullanıldığı ürünlerin dokusal özelliklerinin geliştirilmesidir.

Tekniğin bilinen durumunda yer alan **US20150359242A1 ve US20170145526** sayılı patent dokümanlarında, geleneksel şekerlemelere kıyasla daha düşük şeker içeriğine sahip şekerlemelerin formülasyonu ve üretiminden bahsedilmektedir. Bahsi geçen dokümanlarda, şekeri azaltılmış mısır şurubunun üretilmesi için ilk olarak nişastanın alfa amilaz enzimi ile hidroliz edilmesinden bahsedilmektedir. Ayrıca, dokümanlarda, üretim prosesinde ön pişirme (jet cooking) adımının bulunduğu açıklanmaktadır. Söz konusu işlem adımlarından sonra, 1-4% monosakkarit ve 10-15% disakkarit içeren bir ürün ortaya çıkmaktadır. Bahsi geçen şuruplar hacim artırıcı, tatlandırıcı, doku modifikasyonu, viskozite modifikasyonu ve gıda aplikasyonlarında nem kontrolü sağlamak amacı ile kullanılabilmektedir. Hacim artırıcı amaçlı kullanılan şuruplarda viskozite önemli bir parametredir.

WO2012018679A1 sayılı patent dokümanında buluş, mısır şurubundan düşük şeker içerikli bir ürün elde edilmesi ile ilgilidir. Dokümana göre DP1+DP2 değeri farklı uygulamalar için kuru bazda %25'ten, %20'den, %15'ten, %10'dan veya %5'ten düşük olabilmektedir. İlgili dokümanlarda görüldüğü üzere nişastanın alfa amilaz enzimi ile hidroliz edilmesi ile düşük miktarlarda mono ve disakkarit, yüksek miktarlarda oligosakkarit içerikli bir ürün elde edilmektedir. Ancak bahsi geçen ürünleri elde etmek üzere kullanılan enzim kokteyli ile ilgili bir dokümana rastlanmamıştır.

Buluş ile Çözülen Sorunlar

Buluşun amacı; mono ve disakkarit (Dp1 ve Dp2) yüzdesi düşük (%10 ve altı değerler), yüksek oligosakkarit (Dpn) şeker yüzdesi yüksek, sıvı formda viskozitesi modifiye edilmiş, şekeri azaltılmış, yüksek kuru maddeli oligosakkarit şurubu üretimi için enzim kokteyli elde etmektir. Buluş konusu enzim kokteyli, son ürün olan oligosakkarit şurubunda oluşabilecek muhtemel sararma, bulanıklık, bulutlanma ve rekristalizasyon gibi istenmeyen durumların oluşmasını engellemektedir.

Gıda, kozmetik gibi alanlarda kullanılabilecek olan oligosakkarit şurubunun, akma özellikleri ve uygulanabilirliği açısından çok yüksek viskozitede olması istenen bir özellik değildir. Buluş konusu enzim kokteyli ile elde edilen oligosakkarit şurubu farklı uygulamalara hitap edebilecek bir viskozite değerine sahiptir.

Enzim kokteylinin çözdüğü bir diğer sorun ise elde edilen oligosakkarit şurubunun yapısında oluşabilecek yağ-protein kompleksinin ayrışmasını sağlamaktır.

Patente konu olan viskozitesi modifiye edilmiş, şekeri azaltılmış, yüksek kuru maddeli oligosakkarit şurubu, DE (dekstroz eşdeğeri) ve şeker spektrumu özellikleri modüle ederek geliştirilmiştir. Düşük miktarlarda monosakkarit (Dp1) ve disakkarit (Dp2) profiline sahiptir.

Bu buluşun amacı, şekeri azaltılmış oligosakkarit şurubu elde etmektir. Son dönemde, düşük şeker içerikli ürünlere yönelik artan popülarite ile birlikte gıda üreticilerinin "reduced sugar" ürünlere talebi artmaktadır. Bahsedilen şeker içeriği ise ürünün içerdiği mono ve disakkaritlerdir. Bir besin içeriğinin azaltılmasına dair bir tanımlama, içerikteki azalmanın benzer bir ürüne kıyasla en az %30 olması durumunda kullanılabilmektedir. (European Comission / Nutrition and Health Claims) Elde edilen oligosakkarit şurubu toplam mono ve disakkarit yüzdesine bakıldığında şeker oranı azaltılmış bir üründür. Ayrıca kazandırdığı yapısal ve dokusal özellikler ile çeşitli uygulamalara yönelik kullanılabilmektedir. Belirtilen özelliklere sahip buluş konusu şeker profili; girdiği ürünün tatlılığını, yapısını ve belirli ürünlerde istenilen esmerleşme etkisinin daha rahat kontrol edilmesini sağlamakta, ürünü ısıya ve asidik koşullara dayanıklı hale getirmektedir. Bu özellik; ürünün fırınlanmış ürünler, dondurma, şekerleme ürünleri, içecekler ve sprey kurutma ile elde edilmiş toz ürünler gibi farklı uygulama alanlarında proses ve son ürün özellikleri üzerinde üstün fonksiyonel özellikler göstermesini sağlamaktadır.

Buluşun Ayrıntılı Açıklaması

Bu buluşun amacına ulaşmak için gerçekleştirilen denemelerle alakalı grafikler, ekli şekillerde gösterilmiş olup bu şekiller;

Şekil 1. Buluş konusu oligosakkarit şurubunun üretim prosesini gösteren bir akış şemasıdır.

Şekil 2. Deneme deseni 1'de bahsedilen şartlarla ve enzim kokteyli ile elde edilen oligosakkarit şurubunun Dp1+Dp2 oranı- viskozite grafiğidir.

Şekil 3. Deneme deseni 2'de bahsedilen şartlarla ve enzim kokteyli ile elde edilen oligosakkarit şurubunun Dp1+Dp2 oranı- viskozite grafiğidir.

Şekil 4. Deneme deseni 3'te bahsedilen şartlarla ve enzim kokteyli ile elde edilen oligosakkarit şurubunun Dp1+Dp2 oranı- viskozite grafiğidir.

Şekil 5. Deneme deseni 4'te bahsedilen şartlarla ve enzim kokteyli ile elde edilen oligosakkarit şurubunun Dp1+Dp2 oranı- viskozite grafiğidir.

Şekil 6. Deneme deseni 5'de bahsedilen şartlarla ve enzim kokteyli ile elde edilen oligosakkarit şurubunun Dp1+Dp2 oranı- viskozite grafiğidir.

Şekil 7. Deneme deseni 6'da bahsedilen şartlarla ve enzim kokteyli ile elde edilen oligosakkarit şurubunun Dp1+Dp2 oranı- viskozite grafiğidir.

Şekil 8. Deneme deseni 7'de bahsedilen şartlarla ve enzim kokteyli ile elde edilen oligosakkarit şurubunun Dp1+Dp2 oranı- viskozite grafiğidir.

Şekil 9. Deneme deseni 8'de bahsedilen şartlarla ve enzim kokteyli ile elde edilen oligosakkarit şurubunun Dp1+Dp2 oranı- viskozite grafiğidir.

Buluşu Anlamaya Yardımcı Tanımlar:

Buluş konusu oligosakkarit şurubu; nişasta hidrolizatının DE (dekstroz eşdeğeri) ve şeker spektrumu özellikleri modüle edilerek geliştirilmiş düşük monosakkarit (Dp1) ve disakkarit (Dp2) profiline sahiptir. Burada bahsi geçen monosakkarit (Dp1) ve disakkarit (Dp2) içeriklerinin toplamı, ürünün 'şeker içeriği' olarak belirtilmektedir. Örneğin, Dp1 bir monosakkarit olup ilgili buluş çalışmalarında

dekstroz ve fruktozu ifade ederken; Dp2 bir disakkarit olup buluş çalışmalarında maltozu ifade etmektedir. Dolayısı ile Dp1+ Dp2 değeri bir karbonhidratın toplam monosakkarit ve disakkarit içeriğini yansıtmaktadır.

"Dpn" polimerizasyon derecesini ifade ederken, 'n' değeri ise monomerik yapı (glukoz veya dekstroz) sayısını göstermektedir. Şuruba ait 'Dpn' arttıkça tatlılık derecesi azalmakta; viskozite değeri ise artmaktadır. 'Viskozite' bir sıvının akmaya karşı direncini ifade etmektedir. Kuru madde içeriği ve sıcaklık, viskoziteyi etkileyen ana parametrelerdir. Viskozite, belirli bir sıcaklık ve kuru madde içeriğinde, cP (centipoise) cinsinden ifade edilmektedir. Viskozite, Brookfield markalı cihaz ile analiz edilmektedir. Analizler 40 °C ve 10 rpm dönüş hızı ile ölçülmektedir. Sıcaklık, sıcak su banyosu ile kontrol edilmektedir.

Şeker kompozisyonu, HPLC (High Performance Liquid Chromatography) analizi ile tespit edilmektedir. HPLC analizinde oligosakkarit şurubu saf su ile %5 kuru madde oranına deiyonize su ile seyreltilerek 0,45 mikron filtreden geçirilmektedir. HPLC analizi ile Dp1-Dp10 arası sakkaritler ve Dpn değeri analiz edilebilmektedir. Oligosakkarit şurubunun şeker kompozisyonu analizi için TRANSGENOMIC CARBOSep CHO-820 CARBOHYDRATE kolonu kullanılmıştır.. Hareketli faz olarak deiyonize su kullanılmaktadır. Akış hızı 0,5 ml/dak. şeklinde ayarlanmıştır. Ayrışmış DP türleri refraktif indeks dedektör ile sayısal olarak belirlenmiştir.

'Oligosakkarit', Dp3-Dp14 aralığında polimerizasyon derecesine sahip nişasta türevidir. 'Polisakkarit' en az Dp15 polimerizasyon derecesine sahip nişasta türevidir. 'Nişasta türevi' nişastanın hidrolizi ile elde edilen ürünlerdir. 'Şurup' terimi, şeker veya nişasta hidrolizatlarının sulu çözeltilerini ifade etmektedir. 'Nişasta çözeltisi' nişastanın belli yoğunluğa sahip sulu çözeltisidir. 'Tatlılık' bireylerin tat alma algısı ile belirlenmektedir. Sayısal değer olarak ifade edildiğinde ise sükroz (sofra şekeri) referans olarak "100" alınarak belirtilmektedir. Örnek olarak; dekstroz eşdeğeri 36 olan bir glukoz şurubunun tatlılık değeri sükroz

referans alındığında 30-40 aralığındadır. 43 dektroz eşdeğerine sahip bir glukoz şurubunun ise tatlılık değeri 40-50 aralığındadır.

Oligosakkarit şurubu ve enzim kokteyli:

Buluş, düşük miktarlarda mono ve disakkarit (%10 ve altı değerler), yüksek düzeyde oligosakkarit (Dpn) içeren, modifiye edilmiş, yüksek kuru maddeli oligosakkarit şurubu ve bahsedilen oligosakkarit şurubunun elde edilmesinde kullanılan enzim kokteyli ile ilgilidir.

Bahsi geçen oligosakkarit şurubu, düşük dekstroz eşdeğerine sahip (15-20 DE), yaklaşık %80 kuru madde içeren; glukoz şurupları ve sakarozun kullanıldığı uygulamalarda kullanılabilen bir şuruptur. Maillard reaktivitesi düşük, ısıya ve asidik koşullara dayanıklıdır. Bağıl tatlılığı (%10'luk çözeltide) sakaroza karşı %25'tir. Oligosakkarit şurubu şeker profili dağılımı; Dp1+Dp2: %5-10, Dp3-Dp6: %28-41 Dp6-Dpn: %49-67 olacak şekildedir ve viskozite ise 30000-47000 cPs'dir (Brookfield DV3T / 40 °C, 10 rpm).

Buluş konusu oligosakkarit şurubunun elde edilmesi için kullanılan enzim kokteylinde yer alan temel enzimler: alfa amilaz, pullulanaz, maltotrioz ve maltotetrojenik alfa amilazdır. Buluş konusu enzim kokteylinde tercihen lizofosfolipaz ve glikoamilaz enzimleri de kullanılabilmektedir. Ayrıca bahsedilen alfa amilaz enzimi tercihe göre bakteriyel alfa amilaz veya fungal alfa amilaz olabilmektedir. Fungal ve bakteriyel alfa amilaz enzimleri arasındaki fark enzimlerin kaynak mikroorganizmalarıdır. Bu durum enzim kokteyline eklenme yüzdelerini etkilememektedir. Aşağıdaki Tablo 1'de buluş konusu enzim kokteyli için enzimlerin kullanılabilir miktarları verilmektedir. Her enzimin nişasta hidrolizatı üzerinde etkisi farklı olduğundan, farklı enzim kokteylleri ile çeşitli şeker profillerine sahip ürünler elde edilmiştir.

Tablo 1. Enzim kokteylinde kullanılabilir enzim miktarları

Enzim adı	**Ağırlıkça kullanılabilir enzim oranı**
Alfa amilaz	%9-38
Pullulanaz	%30-59
Maltotrioz zenginleştirici	%15-27
Maltotetrojenik alfa amilaz	%15-23
Lizofosfolipaz	%1-3
Glikoamilaz	%7-10

Üretim Prosesi:

Sekil 1, buluş konusu oligosakkarit şurubunun üretim prosesini (100) gösterir bir akış şemasıdır. Bu akış şemasına göre;

- 20-25 Bome ve pH 5,0-6,5 değerlerindeki nişasta çözeltisinin (NÇ), % 0,1-0,2 alfa amilaz enzimi (AA) ile muamele edilmesi (101),
- Buhar vasıtasıyla hidrolize karışıma 100-115 °C sıcaklığı aralığında bir ön pişirme uygulanması (102),
- 1-15 dakika süreyle konversiyonun gerçekleştirilmesi (103),
- Elde edilen karışımın pH değerinin, bir asit çözeltisi (AÇ) (tercihen hidroklorik asit (HCl)) ile uygun değere getirilmesi ve buluş kapsamında geliştirilen enzim kokteyli (EnMx) ile reaksiyon tankına alınması. Reaksiyon tamamlandıktan sonra enzim inaktivasyonu amacıyla çözeltinin pH değerinin aynı asit çözeltisi (AÇ) ile düşürülmesi. (104),
- Saflaştırma ve filtrasyon işlemlerinin gerçekleştirilmesi (105),
- Elde edilen oligosakkarit şurubunun reaksiyon esnasında %35-45 içerikli kuru maddesinin vakum altında ısıtma ile gerçekleştirilen evaporasyon işlemi aracılığıyla %77-79 kuru madde seviyelerine çıkarılması (106),
- Nihai ürün olan oligosakkarit şurubunun elde edilmesi (107) adımlarını içermektedir.

Buluşa konu edilen ürün; nişastanın alfa amilaz ile hidroliz edilmesi ve takiben bahsedilen enzim kokteyli ile muamelesi sonucu elde edilen, monosakkarit (Dp1) ve disakkarit (Dp2) şeker yüzdesi düşük (%10 ve altı); oligosakkarit (DPn) şeker yüzdesi yüksek, sıvı formda bir üründür. Nişasta sütünün enzimatik konversiyonu, yüksek sıcaklık ve uygun pH değerinde bakteriyal veya fungal alfa amilaz enzimi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu işlem; "ön pişirme" ve "liquefaction (sıvılaştırma)" basamaklarından oluşmaktadır. Ürün eldesi için, hedeflenen sıvılaştırma işlem basamağı çıkış DE değeri 1-8 aralığındadır. Buradaki amaç, yüksek molekül ağırlıklı nişasta zincirlerinin kırılması ile nişasta sütünün jelleşerek inceltilmesidir. Uygulanan sıcaklık değeri, 100-115 °C; pH ise 5,0-6,5 aralığındadır.. Elde edilen 1-8 DE'ye sahip şurup, oligosakkarit şurubunda istenilen şeker profilini yakalamak amacıyla tekrar enzim/enzimler ile muamele edilir. Bu basamakların ardından enzim inaktivasyonu gerçekleştirilir.

Proses akışında da görülebileceği gibi, ön pişirim ve sıvılaştırma işlemlerinin ardından reaksiyon tankına alınan hidrolizata bahsedilen enzim kokteylinin dozajlanması ile istenilen şeker profilinin eldesinin ardından; saflaştırma ve evaporasyon basamakları ile nihai ürün elde edilmektedir.

Uygulanan işlemlerden seramik membran, filtrasyon şurup klarifikasyonu sağlarken; nanofiltrasyon işlemi ile de üründe kalan dekstroz ayrıştırılmış olur.

Bu belgede detayları yer alan çalışmanın amacı, istenen şeker profiline sahip olan viskozitesi modifiye edilmiş ürünü optimum reaksiyon koşullarında elde etmektir. Bu bağlamda, farklı dekstroz eşdeğerli nişasta hidrolizatları ile enzim kokteylleri hazırlanarak, farklı reaksiyon şartlarında denemeler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, farklı alfa amilaz enzim dozajları ile nişasta hidrolizatı farklı DE değerlerinde (2-4-6-8) elde edilmiş olup; reaksiyon basamağında kullanılan enzim türleri, dozaj miktarları, sıcaklık, pH ve reaksiyon süresi parametreleri değişken olarak kullanılıp farklı deneme desenleri oluşturulmuştur. Elde edilen ürünlerde HPLC analizleri

yapılarak şeker profilleri incelenmiştir. Ek olarak viskozite analizleri yapılarak sonuçlar monosakkarit ve disakkarit yüzdeleri toplamları ile grafiksel olarak gösterilmiştir. Her enzimin çalıştığı optimum sıcaklık ve pH koşulları farklıdır. Ayrıca enzimlerin nişasta hidrolizatına dozajlanma yüzdesi de enzimden enzime farklılık göstermektedir. Denemeler sonucunda buluşa konu olan enzim kokteylinin istenen ürünü oluşturması için optimum reaksiyon koşulları elde edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda enzim kokteylinin çalıştığı opitmum pH aralığının 5,0-5,5 arası olduğu görülmüştür. Optimum reaksiyon sıcaklığı ise 60-62 °C arasındadır.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

DENEME DESENLERİ:

Enzimler:

Tablo 2. Enzimlerin ticari adlarını ve görevlerini gösteren tablo

ENZİM ADI/ TİCARİ ADI		**ENZİM GÖREVİ**
ALFA AMİLAZ	BAKTERİYEL ALFA AMİLAZ/ MEGAZYME E-BLAAM-40ML	Nişastadaki α-1,4 glikozidik bağlarının hidrolizini sağlar.
	FUNGAL ALFA AMİLAZ/ SQZYME FAL	
LPL/ SIGMA L9656		Lizofosfolipidlerin hidrolizini sağlar.
PULLULANAZ/ SUNTAQ PULLUZYME		Nişastanın ana yapısındaki dallanmış zincirleri ayırarak düz zincirlerin oluşmasını sağlar.
MALTOTRIOZ ZENGİNLEŞTİRİCİ/ AMT1.2L		DP3 içeriği zengin profilde şurup elde edilmesini sağlar.

MALTOTETROJENIK ALFA AMİLAZ/ GRINDAMYL POWER FRESH 3001	DP4 içeriği zengin profilde şurup elde edilmesini sağlar.
GLİKOAMİLAZ/ MEGAZYME GLUCOAMYLASE P	Nişasta yapısında indirgen olmayan uçlardaki α-1,4 and α-1,6 glikozidik bağlarını hidroliz eder.

Nişasta Hidrolizatı:

Denemelerde kullanılan değerler,

- 2 DE NİŞASTA HİDROLİZATI
- 4 DE NİŞASTA HİDROLİZATI
- 6 DE NİŞASTA HİDROLİZATI
- 8 DE NİŞASTA HİDROLİZATI

pH Aralıkları:

Denemelerde 4-5,5 aralıklarında pH değerleri ile çalışılmıştır.

Sıcaklık Değerleri:

Denemelerde 55, 58, 60, 62, 64, 65, 66, 68 °C sıcaklıklarında çalışılmıştır.

Reaksiyon Süreleri:

Denemelerde 40, 42, 44, 45, 50, 52, 55, 58, 60, 63, 65, 66, 68 saat reaksiyon süreleri uygulanmıştır.

DENEME DESENLERİ

Yapılan çalışmalarda 20-25 Bome yoğunluğa sahip nişasta çözeltisine alfa amilaz dozajlanarak (%0,1-0,2) ve 5,0-6,5 pH aralığına getirilerek 100-115 °C'de ön pişirim sonrası 1-15 dakika konversiyon basamağından geçirilerek sıvılaştırılmıştır. Elde edilen nişasta hidrolizatının sakkarifikasyon aşamasında farklı enzim kokteylleri, birbirlerini tamamlayıcı etki gösterebilmeleri için uygun dozajlarda kullanılmıştır.

DENEME DESENİ 1:

Tablo 3. Deneme deseni-1'e ait veriler

1	**Şurup A**	**Şurup B**	**Şurup C**	**Şurup D**	**Şurup E**
Reaksiyon Şartları					
DE	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
pH	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Sıcaklık	64	64	60	60	62
Reaksiyon süresi (saat)	52	55	58	50	63
Enzim Dozajı (kg/ton DS)					
MEGAZYME E-BLAAM-40ML	0,12	0,12	0,10	0,12	0,10
SUNTAQ PULLUZYME	0,31	0,32	0,30	0,32	0,30
AMT1.2L	0,12	0,12	0,10	0,12	0,11
SIGMA L9656	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Şeker Profili (%)					
DPN	55,0	57,3	53,7	64,8	53,4
DP10	7,7	7,5	5,3	4,9	8,2
DP9	5,9	6,2	3,5	2,8	6,9
DP8	5,1	6,4	5,8	4,3	6,2
DP7	4,9	4,5	5,4	5,5	3,2
DP6	5,0	3,6	7,0	5,1	3,5
DP5	7,9	4,6	4,2	3,0	5,3
DP4	3,2	3,0	5,2	2,9	4,1
DP3	3,6	3,2	5,3	4,0	4,9
DP2	1,2	2,8	3,7	2,4	3,0

DP1	0,5	0,9	0,9	0,3	1,3
DE	**12,7**	**13,1**	**14,5**	**12,2**	**14,2**
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
DP1+DP2	1,7	3,7	4,6	2,7	4,3
Viskozite	75000	48000	40000	57000	42000

Deneme deseni 1'de, şurup A, B, C, D ve E olmak üzere Düşük DE nişasta hidrolizatı ile beş farklı şurup denemesi yapılmıştır. Bu bağlamda, MEGAZYME firmasının E-BLAAM ürünü 0,10 ve 0,12 kg/ton DS, SUNTAQ firmasının PULLUZYME ürünü 0,30 0,31 ve 0,32 kg/ton DS, AMANO firmasının AMT 1.2L ürünü 0,10 ve 0,11 ; ve 0,12 kg/ton DS, SIGMA L9656 enziminden 0,01 kg/ton DS olacak şekilde dozajlanmıştır. Reaksiyon süresi sırasıyla 52, 55, 58, 50 ve 63 saat olarak belirlenmiştir. Reaksiyon sonrasında elde edilen şuruplar saflaştırma ve evaporasyon basamaklarından geçirilerek nihai şurup elde edilmiştir. Elde edilen şurupların viskozite değerleri sırasıyla 75000, 48000, 40000, 57000, 42000 cP (Şekil 2) ve DE değerleri sırası ile 12,7 13,1 14,5 12,2 ve 14,2 olarak ölçülmüştür.

DENEME DESENİ 2:

Tablo 4. Deneme deseni-2'ye ait veriler

	Şurup A	**Şurup B**	**Şurup C**	**Şurup D**	**Şurup E**
Reaksiyon Şartları					
DE	8	8	8	8	8
pH	5	5,5	5	5,2	5
Sıcaklık	65	66	66	68	65
Reaksiyon süresi (saat)	40	42	42	40	44
Enzim Dozajı (kg/ton DS)					
MEGAZYME E-BLAAM-40ML	0,15	0,15	0,15	0,13	0,13
SUNTAQ PULLUZYME	0,33	0,33	0,34	0,34	0,34
AMT1.2L	0,13	0,14	0,15	0,15	0,15

Şeker Profili (%)					
DPN	46	45	43	42	41
DP10	9,5	10	9,6	9,8	9,7
DP9	7,5	7	7,6	7,2	7,8
DP8	5,7	6,1	6,3	6	6,4
DP7	4,5	5	5,4	5,5	4,6
DP6	5,2	5,6	5,8	5	5,4
DP5	5,4	5,3	5,4	5,7	5,9
DP4	5,4	4,6	4,8	5,9	5,7
DP3	8,1	8,5	8,9	9,6	9,4
DP2	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8
DP1	0,8	0,8	0,9	0,8	1,3
DE	**14,5**	**14,7**	**15,5**	**16,0**	**16,0**
Total	100	100	100	100	100
DP1+DP2	2,7	2,9	3,2	3,3	4,1
Viskozite	65000	61000	58000	55000	50000

Deneme deseni 2'de kullanılan nişasta hidrolizatı 8 DE değerindedir. Reaksiyonun pH'ı sırasıyla HCl çözeltisi ya da NaOH çözeltisi ile 5.0, 5.5, 5.0, 5.2 ve 5.0 değerlerine ayarlanmış olup, nişasta hidrolizatı 65 °C, 66°C ve 68°C'ye soğutulmuştur. MEGAZYME firmasının E-BLAAM ürünü 0,13 ve 0,15 kg/ton DS olacak şekilde dozajlanmıştır. SUNTAQ firmasının PULLUZYME ürünü 0,33 ve 0,34 kg/ton DS dozajlanmıştır. AMANO firmasının AMT 1.2L ürünü 0,13; 0,14 ve 0,15 kg/ton DS dozajlanmıştır. Reaksiyon sonrasında elde edilen şuruplar saflaştırma ve evaporasyon basamaklarından geçirilerek nihai şurup elde edilmiştir. Elde edilen şurupların viskozite değerleri sırasıyla 65000, 61000, 58000, 55000, 50000 cP (Şekil 3) ve DE değerleri sırası ile 14,5 14,7 15,5 16,0 ve 16,0 olarak ölçülmüştür.

DENEME DESENİ 3:

Tablo 5. Deneme deseni-3'e ait veriler

3	**Şurup A**	**Şurup B**	**Şurup C**	**Şurup D**	**Şurup E**

Reaksiyon Şartları					
DE	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
pH	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Sıcaklık	55	58	60	62	64
Reaksiyon süresi (saat)	40	45	50	55	60
Enzim Dozajı (kg/ton DS)					
Termamyl® SC 4X	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
SUNTAQ PULLUZYME	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
SQZYME FAL	0,30	0,40	0,40	0,50	0,50
AMT1.2L	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
SIGMA L9656	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Şeker Profili (%)					
DPN	38,0	37,1	36,8	36,0	35,2
DP10	5,2	5,0	4,9	4,7	4,2
DP9	4,8	4,2	4,0	3,9	3,5
DP8	3,9	3,5	3,3	3,1	2,9
DP7	3,6	3,5	3,1	3,0	2,8
DP6	3,9	3,7	3,4	3,2	3,0
DP5	3,5	3,1	2,9	2,1	2,0
DP4	5,6	6,2	6,7	7,2	7,9
DP3	12,6	13,8	14,1	14,9	15,4
DP2	13,9	14,7	15,2	15,9	16,5
DP1	5,0	5,2	5,6	6,0	6,6
DE	**24,0**	**24,8**	**25,4**	**26,2**	**27,2**
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
DP1+DP2	18,9	19,9	20,8	21,9	23,1
Viskozite	25000	22000	20000	19000	16000

Deneme deseni 3'te kullanılan nişasta hidrolizatı 4 DE değerindedir. Reaksiyonun sıcaklığı sırasıyla 55, 58, 60, 62, 64 °C'ye ayarlanmıştır. SUNTAQ firmasının SQZYME FAL ürünü 0,30 0,40 ve 0,50 kg/ton DS; AMT 1.2L enzimi 0,22 kg/ton DS olacak şekilde dozajlanmıştır. Reaksiyon sonrasında elde edilen şuruplar saflaştırma ve evaporasyon basamaklarından geçirilerek nihai şurup elde edilmiştir.

Elde edilen şurupların viskozite değerleri sırasıyla 25000, 22000, 20000, 19000, 16000 cP (Şekil 4), DE değerleri sırası ile 24,0 24,8 25,4 26,2 ve 27,2 olarak ölçülmüştür.

DENEME DESENİ 4:

Tablo 6. Deneme deseni-4'e ait veriler

4	**Şurup A**	**Şurup B**	**Şurup C**	**Şurup D**	**Şurup E**
Reaksiyon Şartları					
DE	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
pH	5,0	5,5	5,0	5,2	5,0
Sıcaklık	65	66	66	68	65
Reaksiyon süresi (saat)	45	42	42	35	30
Enzim Dozajı (kg/ton DS)					
TERMAMYL SC 4X	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
SUNTAQ PULLUZYME	0,40	0,35	0,40	0,50	0,45
SIGMA L9656	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
SQZYME FAL	0,20	0,30	0,20	0,10	0,10
AMT1.2L	0,22	0,23	0,24	0,25	0,25
Şeker Profili (%)					
DPN	35	34	32	31	31
DP10	6	6,2	6,3	6	6,4
DP9	4,5	4,3	4,2	4,1	4,3
DP8	5,1	5,2	4,9	4,8	5
DP7	5	5,2	5,7	5,3	4,9
DP6	4,2	4,1	4,9	4,3	4,2
DP5	5,5	5,3	5,4	5,3	4,8
DP4	7,5	7,4	7	7,8	7,3
DP3	8,2	8,3	8,6	8,4	8,1
DP2	15	15	16	17	18
DP1	4	5	5	6	6
DE	**23,2**	**24,0**	**24,5**	**26,0**	**26,2**
Total	100	100	100	100	100
DP1+DP2	19	20	21	23	24
Viskozite	23000	21200	19300	16500	15500

Deneme deseni 4'te kullanılan nişasta hidrolizatı 6 DE değerindedir. Reaksiyonun sıcaklığı sırasıyla 65, 66, 66, 68, 65 °C'ye ayarlanmıştır. SUNTAQ firmasının SQZYME FAL ürünü 0,20 0,30 0,20 0,10 ve 0,10 kg/ton DS; AMT 1.2L enzimi 0,22 0,23 0,24 0,25 ve 0,25 kg/ton DS olacak şekilde dozajlanmıştır. Reaksiyon sonrasında elde edilen şuruplar saflaştırma ve evaporasyon basamaklarından geçirilerek nihai şurup elde edilmiştir. Elde edilen şurupların viskozite değerleri sırasıyla 23000, 21200, 19300, 16500, 15500 cP (Şekil 5), DE değerleri sırası ile 23,2 24,0 24,5 26,0 ve 26,2 olarak ölçülmüştür.

DENEME DESENİ 5:

Tablo 7. Deneme deseni-5'e ait veriler

	Şurup A	**Şurup B**	**Şurup C**	**Şurup D**	**Şurup E**
Reaksiyon Şartları					
DE	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
pH	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Sıcaklık	62	62	62	62	62
Reaksiyon süresi (saat)	50	50	50	50	50
Enzim Dozajı (kg/ton DS)					
MEGAZYME E-BLAAM-40ML	0,10	0,12	0,13	0,13	0,14
SUNTAQ PULLUZYME	0,30	0,30	0,30	0,31	0,31
AMT1.2L	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15
SIGMA L9656	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Şeker Profili (%)					
DPN	51,5	48,6	47,9	47,0	46,1
DP10	6,9	6,7	6,5	5,9	5,0
DP9	4,5	4,6	4,2	3,5	3,1
DP8	5,3	5,4	4,6	3,7	3,3
DP7	5,2	5,3	5,0	4,5	4,0
DP6	5,6	5,9	6,1	6,4	6,9
DP5	7,6	7,9	8,2	9,0	9,3
DP4	4,1	5,2	5,4	6,1	6,6

DP3	6,7	7,1	8,1	9,5	10,2
DP2	2,1	2,5	3,0	3,4	4,3
DP1	0,5	0,8	1,0	1,0	1,2
DE	**14,0**	**14,8**	**15,4**	**16,1**	**16,9**
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
DP1+DP2	2,6	3,3	4,0	4,4	5,5
Viskozite	64000	60000	54000	43000	37000

Deneme deseni 5'te kullanılan nişasta hidrolizatı 4 DE değerindedir. Reaksiyonun pH'ı sırasıyla HCl çözeltisi ya da NaOH çözeltisi ile 5,4'e ayarlanmıştır. Nişasta hidrolizatı 62°C'ye soğutulmuştur. MEGAZYME firmasının E-BLAAM ürünü 0,10 0,12 0,13 0,13 ve 0,14 kg/ton DS; SUNTAQ firmasının PULLUZYME ürünü 0,30 0,30 0,30 0,31 ve 0,31 kg/ton DS; AMANO firmasının AMT 1.2L ürünü 0,13; 0,14 ve 0,15 kg/ton DS olacak şekilde dozajlanmışıtır. Reaksiyon sonrasında elde edilen şuruplar saflaştırma ve evaporasyon basamaklarından geçirilerek nihai şurup elde edilmiştir. Elde edilen şurupların viskozite değerleri sırasıyla 64000, 60000, 54000, 43000, 37000 cP (Şekil 6); DE değerleri sırası ile 14,0 14,8 15,4 16,1 ve 16,9 olarak ölçülmüştür.

DENEME DESENİ 6:

Tablo 8. Deneme deseni-6'ya ait veriler

6	**Şurup A**	**Şurup B**	**Şurup C**	**Şurup D**	**Şurup E**
Reaksiyon Şartları					
DE	6	6	6	6	6
pH	5	5	5	5	5
Sıcaklık	66	66	68	68	68
Reaksiyon süresi (saat)	40	45	50	55	60
Enzim Dozajı (kg/ton DS)					
MEGAZYME E-BLAAM-40ML	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
SUNTAQ PULLUZYME	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

SIGMA L9656	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
SQZYME FAL	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
AMT1.2L	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
MEGAZYME GLUCOAMYLASE P	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Şeker Profili (%)					
DPN	38,1	37,3	37	36,7	36,5
DP10	6,1	5,9	5,6	5,5	5,2
DP9	4,7	4,5	4,3	4,2	4,1
DP8	4,5	4,2	4	4	3,9
DP7	4,8	4,6	4,2	4,1	4
DP6	6,8	6,5	6,4	6,1	5,9
DP5	5,9	6,1	6	5,6	5,3
DP4	6,7	6,9	7,2	7,5	7,8
DP3	13,1	14	14,9	15,2	16
DP2	5,1	5,3	5,5	5,8	6
DP1	4,2	4,7	4,9	5,3	5,3
DE	**20,5**	**21,3**	**21,8**	**22,3**	**22,6**
Total	100,0	100,0	100	100,0	100
DP1+DP2	9,3	10	10,4	11,1	11,3
Viskozite	35000	31000	29500	27500	26000

Deneme deseni 6'da kullanılan nişasta hidrolizatı 6 DE değerindedir. Reaksiyonun pH'ı sırasıyla HCl çözeltisi ya da NaOH çözeltisi ile 5,0'e ayarlanmıştır. Nişasta hidrolizatı 66 ve 68°C'ye soğutulmuştur. MEGAZYME firmasının E-BLAAM ürünü 0,10 kg/ton DS; SUNTAQ firmasının PULLUZYME ürünü 0,20 kg/ton DS; AMANO firmasının AMT 1.2L ürünü 0,15 kg/ton DS olacak şekilde dozajlanmışıtır. Reaksiyon sonrasında elde edilen şuruplar saflaştırma ve evaporasyon basamaklarından geçirilerek nihai şurup elde edilmiştir. Elde edilen şurupların viskozite değerleri sırasıyla 35000, 31000, 29500, 27500, 26000 cP (Şekil 7); DE değerleri sırası ile 20,5 21,3 21,8 22,3 ve 22,6 olarak ölçülmüştür.

DENEME DESENİ 7:

Tablo 9. Deneme deseni-7'ye ait veriler

7	Şurup A	Şurup B	Şurup C	Şurup D	Şurup E
Reaksiyon Şartları					
DE	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
pH	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Sıcaklık	62	62	62	62	62
Reaksiyon süresi (saat)	50	50	50	50	50
Enzim Dozajı (kg/ton DS)					
MEGAZYME E-BLAAM-40ML	0,10	0,12	0,13	0,13	0,14
SUNTAQ PULLUZYME	0,30	0,30	0,30	0,31	0,31
AMT1.2L	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15
GRINDAMYL POWER FRESH 3001	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12
SIGMA L9656	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Şeker Profili (%)					
DPN	45,0	46,0	45,5	44,1	43,0
DP10	6,9	6,5	6,2	5,9	5,4
DP9	5,0	4,4	3,9	3,5	3,1
DP8	5,0	5,1	4,4	4,0	3,3
DP7	5,2	5,0	4,8	4,5	4,0
DP6	6,0	6,0	5,3	4,8	5,4
DP5	5,0	3,2	4,6	6,2	6,8
DP4	5,5	5,8	6,2	7,3	7,8
DP3	12,0	13,2	13,8	14,0	14,5
DP2	2,9	3,2	3,5	3,7	4,3
DP1	1,5	1,6	1,8	2,0	2,4
DE	**16,5**	**16,8**	**17,4**	**18,0**	**18,9**
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
DP1+DP2	4,4	4,8	5,3	5,7	6,7
Viskozite	45000	41000	39000	36500	35000

Deneme deseni 7'de Kullanılan nişasta hidrolizatı 6 DE değerindedir. Reaksiyonun pH'ı sırasıyla HCl çözeltisi ya da NaOH çözeltisi ile 5,4'e ayarlanmıştır. Nişasta hidrolizatı 62°C'ye soğutulmuştur. Reaksiyon süresi 50 saat olarak belirlenmiştir. MEGAZYME firmasının E-BLAAM ürünü 0,10 0,12 0,13 0,13 ve 0,14 kg/ton DS; SUNTAQ firmasının PULLUZYME ürünü 0,30 0,30 0,30 0,31 ve 0,31 kg/ton DS;

AMANO firmasının AMT 1.2L ürünü 0,13; 0,14 ve 0,15 kg/ton DS olacak şekilde dozajlanmışıtır. Reaksiyon sonrasında elde edilen şuruplar saflaştırma ve evaporasyon basamaklarından geçirilerek nihai şurup elde edilmiştir. Elde edilen şurupların viskozite değerleri sırasıyla 45000, 41000, 39000, 36500, 35000 cP (Şekil 8) ; DE değerleri sırası ile 16,5 16,8 17,4 18,0 ve 18,9 olarak ölçülmüştür.

DENEME DESENİ 8:

Tablo 10. Deneme deseni-8'e ait veriler

8	**Şurup A**	**Şurup B**	**Şurup C**	**Şurup D**	**Şurup E**
Reaksiyon Şartları					
DE	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
pH	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Sıcaklık	62	62	62	62	62
Reaksiyon süresi (saat)	50	50	50	50	50
Enzim Dozajı (kg/ton DS)					
MEGAZYME E-BLAAM-40ML	0,10	0,12	0,13	0,13	0,14
SUNTAQ PULLUZYME	0,30	0,30	0,30	0,31	0,31
AMT1.2L	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12
GRINDAMYL POWER FRESH 3001	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17
SIGMA L9656	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Şeker Profili (%)					
DPN	38,0	37,5	37,5	36,0	36,5
DP10	6,9	6,5	6,2	5,9	5,4
DP9	4,5	4,4	4,0	3,6	3,1
DP8	5,3	5,1	4,6	4,0	3,3
DP7	5,2	5,2	5,0	4,5	4,2
DP6	6,0	6,1	5,9	5,9	6,0
DP5	6,3	6,3	7,4	7,8	7,9
DP4	10,0	10,7	11,3	11,6	12,7
DP3	12,5	12,6	12,5	13,4	13,6
DP2	3,3	3,6	3,6	4,8	4,4
DP1	2,0	2,0	2,0	2,5	2,9
DE	**18,2**	**18,5**	**18,6**	**19,8**	**20,2**

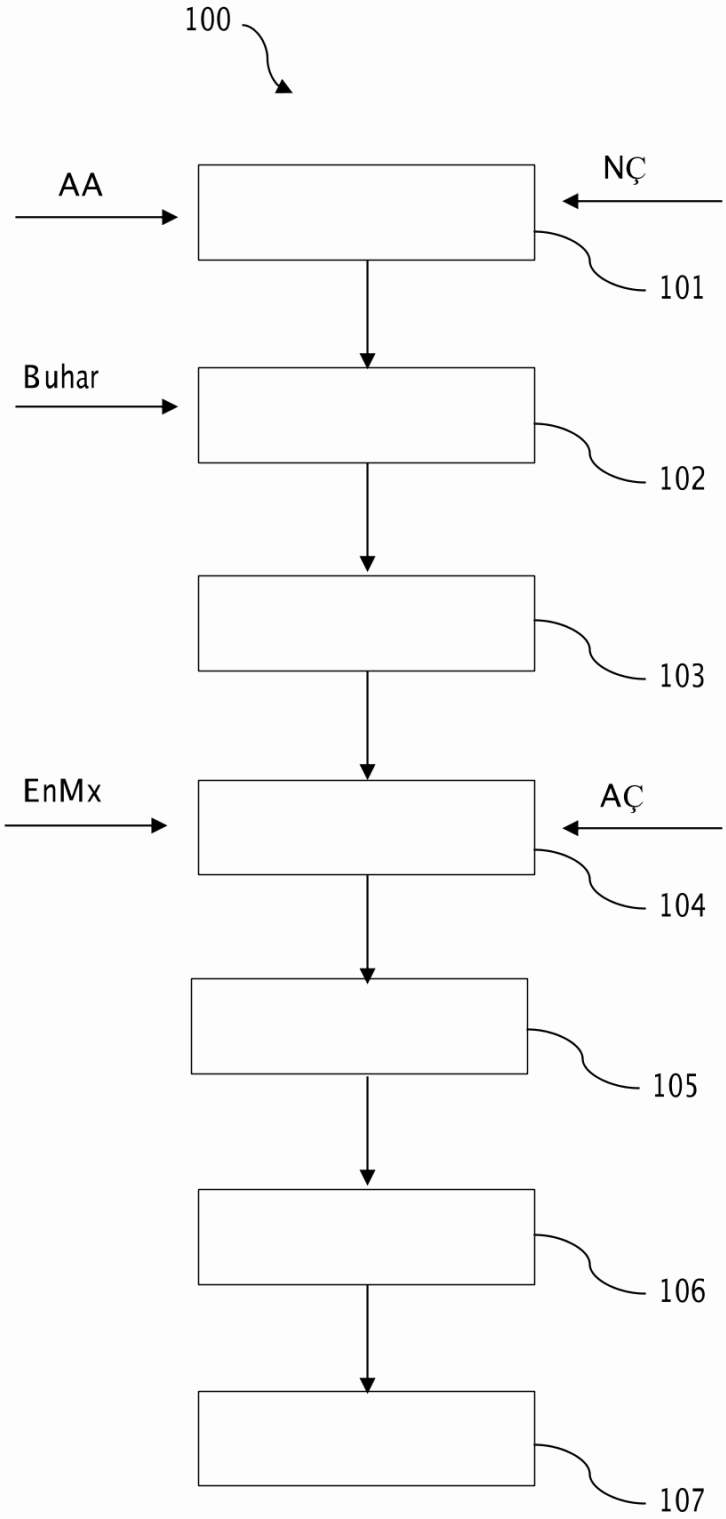
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
DP1+DP2	5,3	5,6	5,6	7,3	7,3
Viskozite	40000	39500	37000	32000	31400

Deneme deseni 8'de kullanılan nişasta hidrolizatı 8 DE değerindedir. Reaksiyonun pH'ı sırasıyla HCl çözeltisi ya da NaOH çözeltisi ile 5,4'e ayarlanmıştır. Nişasta hidrolizatı 62°C'ye soğutulmuştur. Reaksiyon süresi 50 saat olarak belirlenmiştir. MEGAZYME firmasının E-BLAAM ürünü 0,10 0,12 0,13 0,13 ve 0,14 kg/ton DS; SUNTAQ firmasının PULLUZYME ürünü 0,30 0,30 0,30 0,31 ve 0,31 kg/ton DS; AMANO firmasının AMT 1.2L ürünü 0,10; 0,11 ve 0,12 kg/ton DS olacak şekilde dozajlanmışıtır. Reaksiyon sonrasında elde edilen şuruplar saflaştırma ve evaporasyon basamaklarından geçirilerek nihai şurup elde edilmiştir. Elde edilen şurupların viskozite değerleri sırasıyla 40000, 39500, 37250, 32000, 31400 cP (Şekil 9); DE değerleri sırası ile 17,8 18,0 18,6 19,8 ve 20,1 olarak ölçülmüştür.

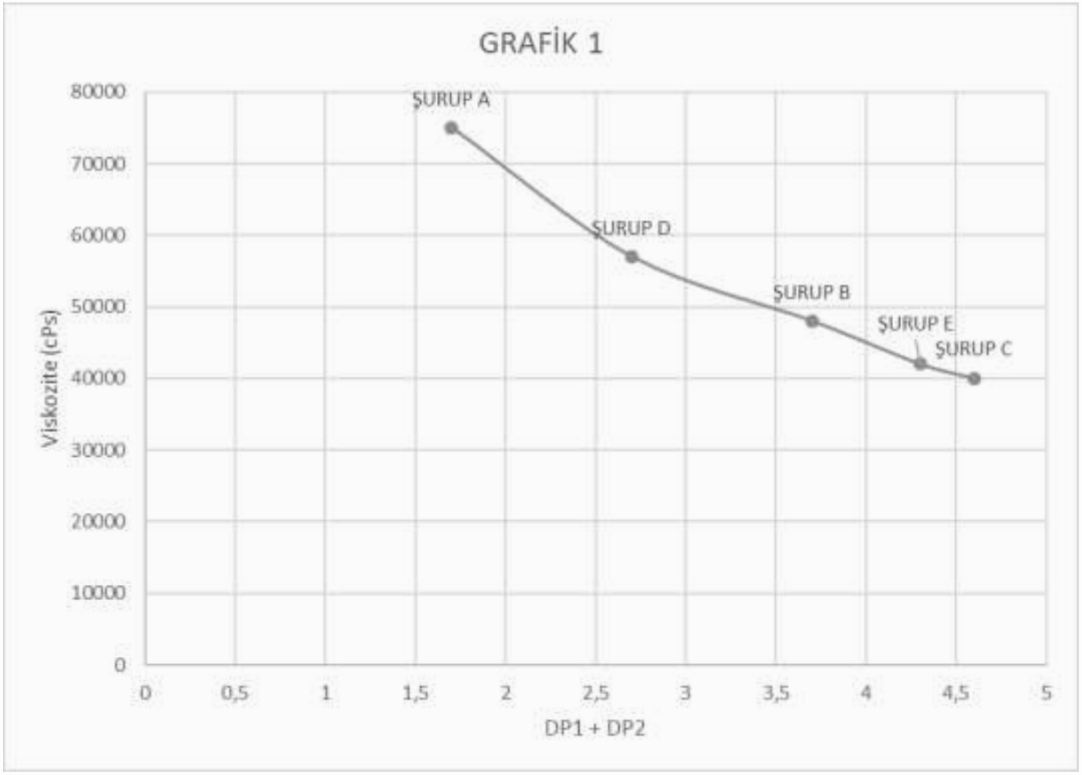
Sonuç olarak;

Buluşa konu olan viskozitesi modifiye edilmiş, şekeri azaltılmış, yüksek kuru maddeli oligosakkarit şurubunun elde edilebilmesi için farklı hammadde, enzim türleri ve dozajları, reaksiyon şartları ile deneme setleri oluşturularak elde edilen ürünün şeker profili ve viskozitesi kontrol edilmiştir. Hedeflenen teknik özelliklere ve şeker profiline en uygun olan enzim kokteylinin Deneme Setleri 7 ve 8'de elde edildiği belirlenmiştir.

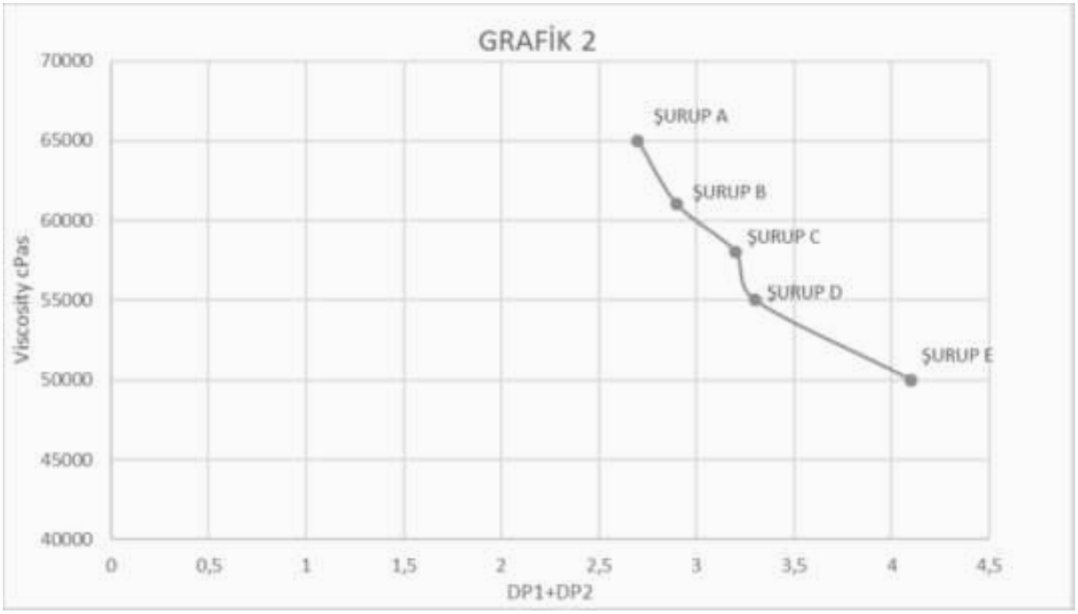
Çalışmanın önemi, farklı uygulamalara hitap edebilecek, kullanıldığı ürüne farklı özellikler kazandıracak olan bu şurubun özel bir enzim kokteyli ile elde edilmiş olmasıdır.



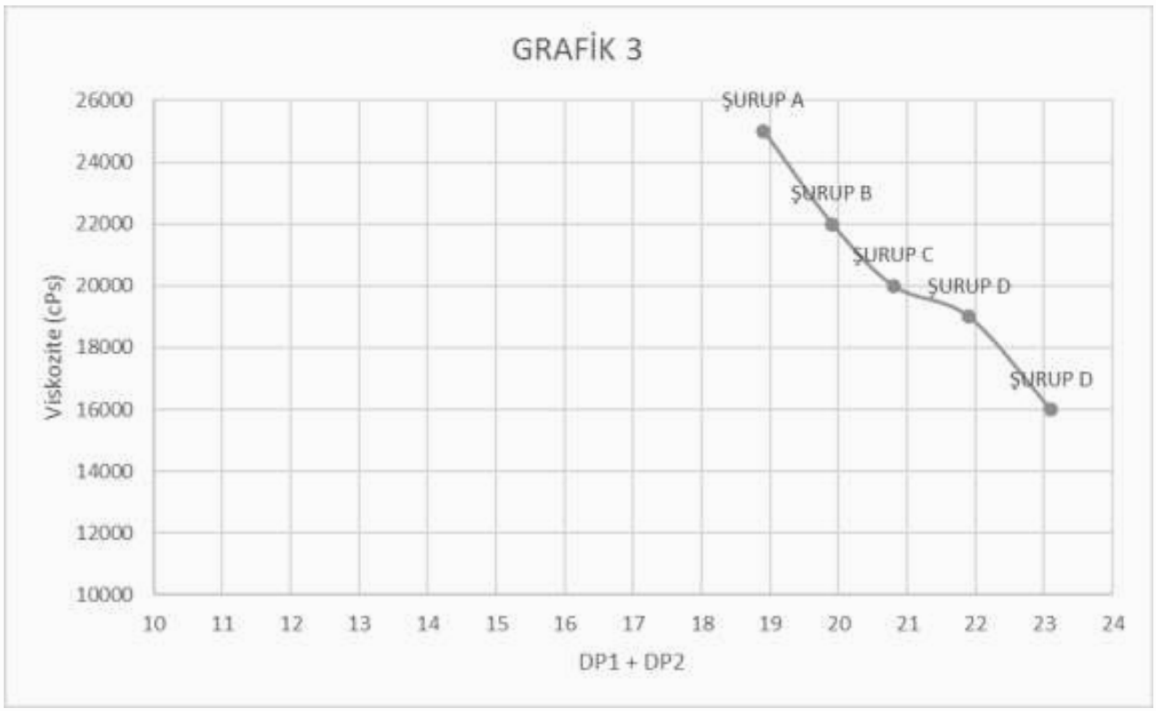
ŞEKİL 1



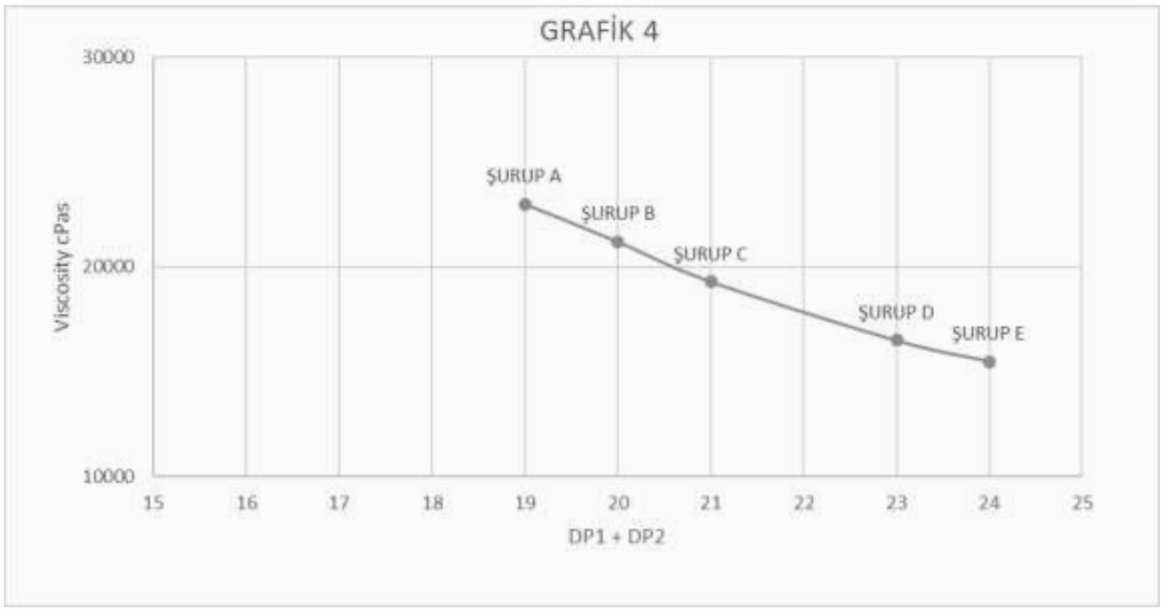
ŞEKİL 2



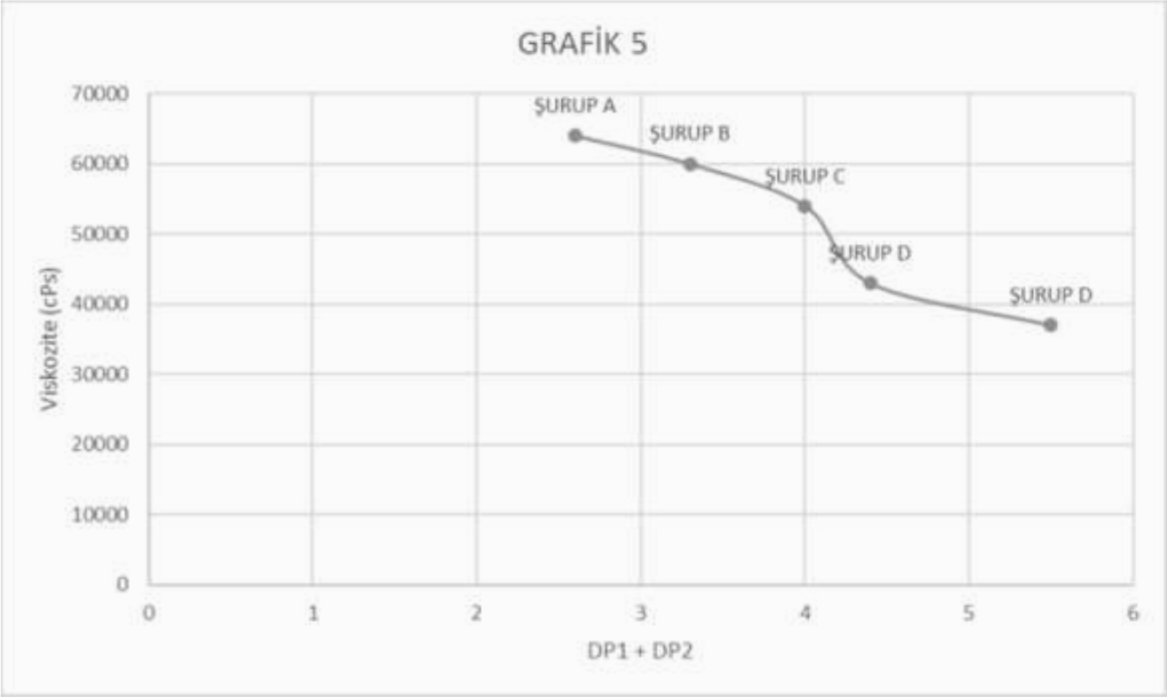
ŞEKİL 3



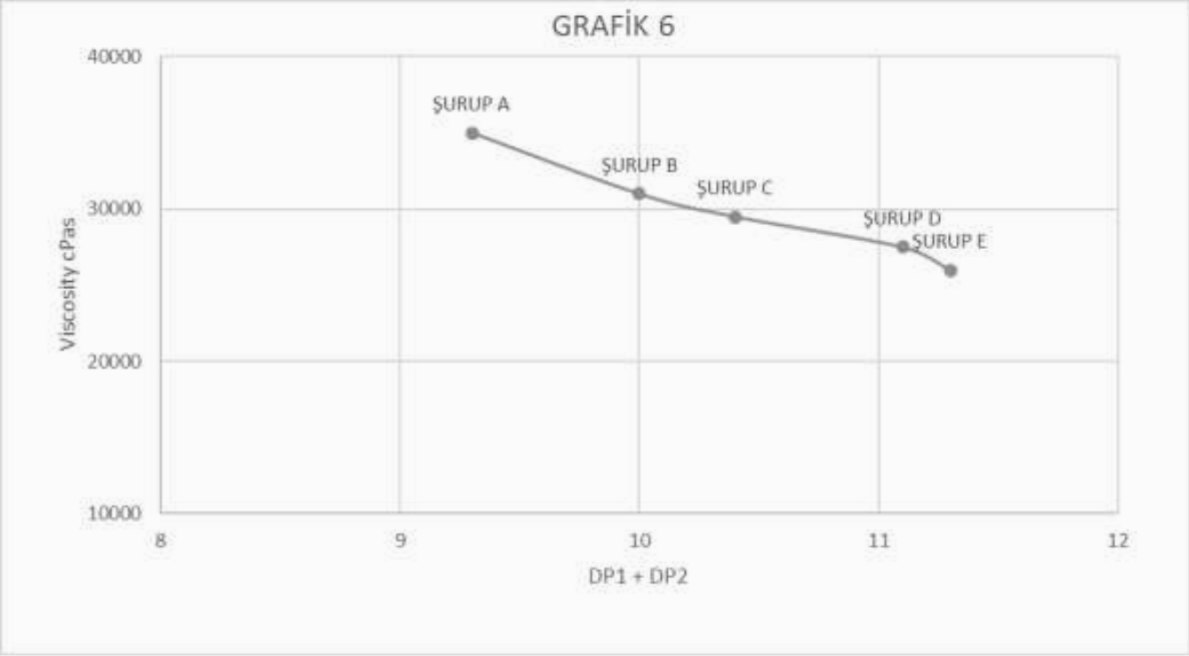
ŞEKİL 4



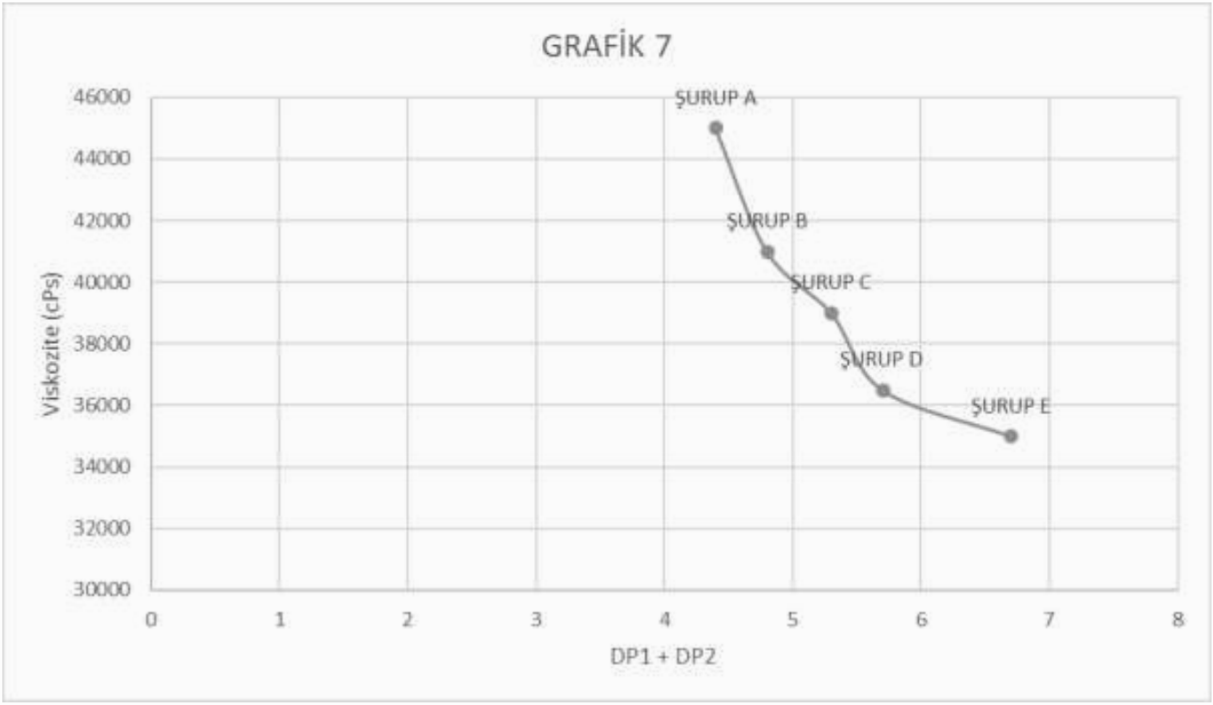
ŞEKİL 5



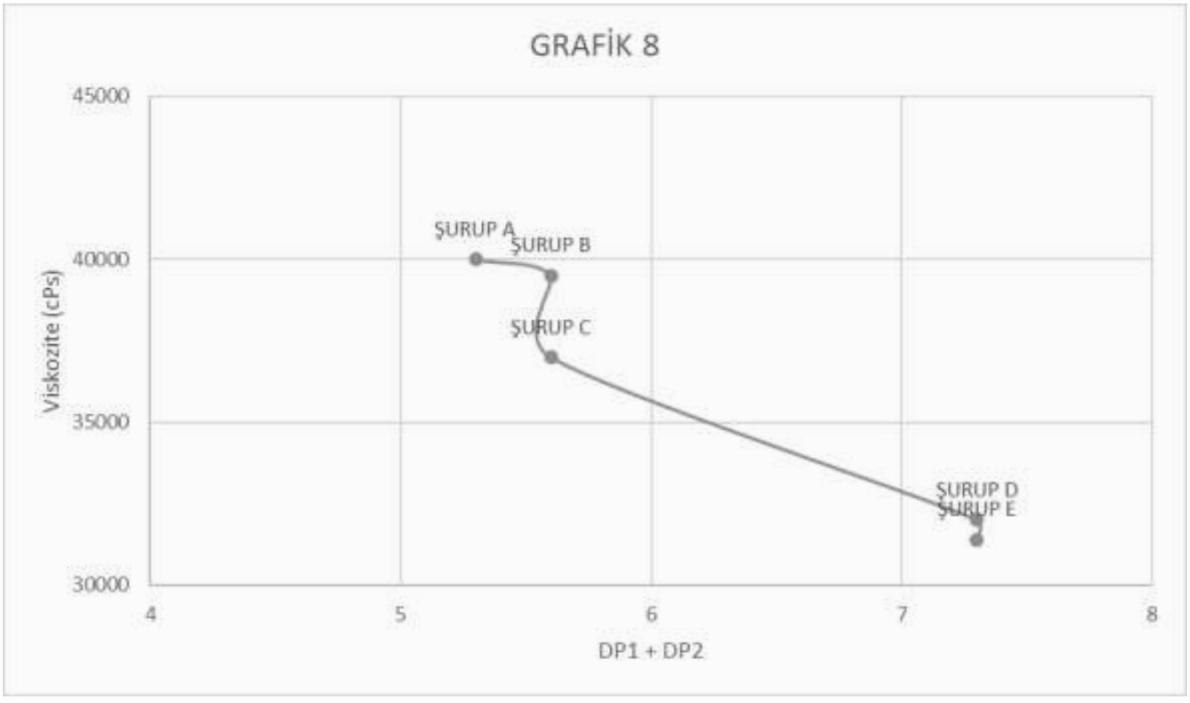
ŞEKİL 6



ŞEKİL 7



ŞEKİL 8



ŞEKİL 9