

Araştırma Makalesi

Baryum Sülfatın Ticari Kıvam Arttırıcılarla Hazırlanan Sıvıların Reolojisi ve IDDSI Sınıflandırması Üzerine Etkisi

Behiç Mert ¹, Selen Serel Arslan, ² Numan Demir, ³ Tuncay Yılmaz ⁴

¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye, ORCID: 0000-0001-8450-8810, bmert@metu.edu.tr

²Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye, ORCID: 0000-0002-2463-7503, selen.serel@hacettepe.edu.tr

³Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye, ORCID: 0000-0001-6308-0237, numan@hacettepe.edu.tr

⁴Sorumlu Yazar, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Manisa, Türkiye, ORCID: 0000-0001-8756-2724, tuncay.yilmaz@cbu.edu.tr

Bu makaleyi kaynak göstermek için/To cite this article: Mert, B., Arslan, S.S., Demir N., & Yılmaz, T. (2025). Baryum sülfatın ticari kıvam arttırıcılarla hazırlanan sıvıların reolojisi ve IDDSI sınıflandırması üzerine etkisi. *Dil, Konuşma ve Yutma Araştırmaları Dergisi*, 8(3), 403-430.

Gönderim Tarihi/ Received: 03.08.2025

Kabul Tarihi/ Accepted: 31.12.2025

DOI:

<https://doi.org/10.58563/dkyad-2025.83.9>

ÖZET

Amaç: Bu çalışma, beş farklı ticari kıvam arttırıcı ürün kullanılarak hazırlanan sıvılarda, farklı baryum sülfat oranlarının (%0, %20, %30, v/w) reolojik özellikler ve Uluslararası Disfaji Diyeti Standardizasyonu Girişimi (International Dysphagia Diet Standardisation Initiative, IDDSI) kıvam sınıflandırmaları üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Yöntem: Numuneler, IDDSI Seviye 1, 2 ve 3'e uygun oranlarda kıvam arttırıcı içerecek şekilde hazırlanmış ve viskozite ölçümleri sabit 50 s⁻¹ kayma oranında gerçekleştirilmiştir. Şırınga testi ile 10 saniye sonunda şırıngada kalan sıvı hacimleri ölçülmüş ve IDDSI akış seviyeleri belirlenmiştir.

Bulgular: Sonuçlar, baryum sülfat oranının artmasıyla birlikte viskozite ve şırıngada kalan sıvı hacimlerinin sistematik biçimde yükseldiğini ortaya koymuştur. Seviye 1 ve 2 olarak formüle edilen karışımlar, %30 baryum içeriği ile IDDSI Seviye 2 ve 3'e geçiş yapmıştır. Seviye 3 olarak hazırlanan numunelerde ise %30 baryum ile Seviye 4 özellikleri gözlenmiştir. Ayrıca, kıvam arttırıcı oranı %10 ve %20 azaltıldığında bile baryumun varlığında kıvamın hedeflenen seviyeden yüksek kaldığı gözlenmiştir.

Sonuç: Bu çalışma, baryum sülfatın yalnızca radyopak ajan olarak değil, aynı zamanda sıvıların reolojik profiline doğrudan katkı sağlayan bir bileşen olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, baryum sülfatın yüksek oranlarda kullanılması gerektiği Videoflorskopik Yutma Çalışması (VFSS) gibi uygulamalarda kıvam ayarlaması yapılırken baryum sülfat kaynaklı kıvam artışının da formülde dikkate alınması gerektiği ve bu çerçevede kullanılacak olan kıvam arttırıcı miktarının optimize edilmesi gerekliliği ortaya konmuştur.

Anahtar Sözcükler: yutma testi, baryum sülfat, kıvam arttırıcılar, viskozite, IDDSI, disfaji, şırınga testi, VFSS/MBYÇ



Research Article

The Effect of Barium Sulfate on the Rheology and IDDSI Classification of Liquids Prepared with Commercial Thickeners

SUMMARY

Purpose: Oropharyngeal dysphagia is a clinical condition characterized by difficulty in transporting food or liquid safely and efficiently from the oral cavity to the stomach. It is particularly prevalent among elderly individuals and patients with neurological, neuromuscular, or structural impairments affecting the swallowing mechanism. Dysphagia may arise as a consequence of stroke, Parkinson's disease, dementia, head and neck cancer, or age-related physiological changes in swallowing function. The condition is associated with serious complications such as aspiration pneumonia, malnutrition, dehydration, prolonged hospitalization, increased healthcare costs, and reduced quality of life. For these reasons, dysphagia represents a major clinical concern that requires accurate assessment and carefully tailored management strategies (Marik & Kaplan, 2003; Steele et al., 2013).

Among the various approaches used in dysphagia management, texture modification—particularly the adjustment of liquid consistency—has been widely adopted as a compensatory strategy to improve swallowing safety. Thickened liquids are commonly prescribed to reduce bolus flow velocity, enhance bolus cohesion, and provide additional time for airway closure during swallowing. By slowing bolus transit and improving oral and pharyngeal control, thickened liquids can reduce the risk of penetration and aspiration in individuals with impaired swallowing coordination (Cichero et al., 2017; Barbon & Steele, 2019). As a result, commercial thickening agents have become an integral part of dysphagia management in both acute care and long-term settings.

In recent years, the International Dysphagia Diet Standardisation Initiative (IDDSI) has been widely adopted as a global framework for classifying liquid and food textures in dysphagia care. Unlike earlier viscosity-based systems, IDDSI emphasizes practical, functional testing methods that can be applied in clinical settings. The IDDSI syringe flow test, which measures the amount of liquid remaining in a 10 mL syringe after 10 seconds of free flow, provides a simple and reproducible method for categorizing liquid consistencies. Although IDDSI classification is based on functional flow behavior rather than laboratory viscosity alone, rheological measurements remain important for understanding the underlying physical properties of thickened liquids and for interpreting IDDSI test results (Cichero et al., 2017).

In parallel with dietary management, instrumental assessment plays a central role in the diagnosis of dysphagia. Videofluoroscopic swallowing study (VFSS), also referred to as the modified barium swallow study, is widely considered the gold standard for instrumental evaluation of swallowing physiology. VFSS allows real-time visualization of bolus movement through the oral, pharyngeal, and esophageal phases of swallowing, enabling clinicians to identify aspiration, penetration, residue, and compensatory strategies. To achieve adequate radiographic contrast, VFSS relies on the addition of barium sulfate to liquids and foods consumed during the examination (Steele et al., 2013).

Barium sulfate is an insoluble inorganic compound with high density and strong radiopaque properties, making it ideal for fluoroscopic imaging. However, despite its essential diagnostic role, barium sulfate is not a rheologically inert substance. When added to liquids, barium sulfate increases the solid content of the system and introduces suspended particles that interact with the surrounding fluid matrix. As a result, barium-containing liquids may exhibit altered viscosity, flow resistance, and structural cohesion compared with non-barium liquids prepared using the same thickening agent and concentration. If these effects are not adequately considered, VFSS findings may not accurately reflect the swallowing behavior of liquids consumed in everyday life (Cichero et al., 2006; Park & Yoo, 2019).

Method: This study was designed to evaluate the effect of barium sulfate at varying concentrations—0%, 20%, and 30% (w/v)—on the rheological properties and IDDSI classification of thickened liquids prepared with commercial thickening agents. Five commercially available thickeners were examined, including three xanthan gum-based products (ThickenUp Clear, Nutilis Clear, and KıvamPRO PraThick) and two starch-based products (ThickenUp Powder and Nutilis Powder). These products were selected to represent thickener types commonly used in dysphagia management and to allow systematic comparison between gum-based and starch-based formulations.

Each thickener was used to prepare liquids corresponding to IDDSI Levels 1, 2, and 3 according to manufacturer-recommended preparation protocols. All samples were prepared using 200 mL of distilled water and mixed manually to ensure homogeneity. Following preparation, samples were allowed to hydrate for a standardized period to ensure full polymer dispersion and structural stabilization prior to testing. Barium sulfate was incorporated at the specified concentrations during sample preparation to simulate conditions commonly used during VFSS.

Rheological measurements were performed using a rotational rheometer under controlled temperature conditions. Viscosity values were reported over a shear rate range of 1–100 s⁻¹, with particular emphasis on physiologically relevant shear conditions associated with swallowing (Kumai et al., 2021). In addition to instrumental rheology, functional assessment of liquid consistency was performed using the IDDSI syringe flow test. For this test, 10 mL of each sample was allowed to flow freely from a Luer-tip syringe for 10 seconds, after which the residual volume remaining in the syringe was recorded to determine IDDSI classification (Kongjaroen et al., 2023, Cichero et al., 2017).

Results: Previous studies have reported that the incorporation of barium sulfate into thickened liquids may lead to measurable increases in viscosity and changes in functional flow behavior, particularly depending on thickener type and concentration (Cichero et al., 2006; Barbon & Steele, 2019; Kongjaroen et al., 2023). The results presented below were therefore interpreted not only in terms of numerical viscosity values but also with respect to clinically relevant IDDSI flow classifications.

The results revealed a clear, concentration-dependent increase in viscosity and residual syringe volume with rising barium sulfate content. The close agreement observed between rheological measurements and IDDSI syringe flow test outcomes is consistent with earlier findings emphasizing that functional IDDSI classification is strongly influenced by underlying shear-dependent viscosity behavior (Cichero et al., 2017; Park & Yoo, 2019). For instance, at IDDSI Level 1, the viscosity of xanthan-based PRA formulations increased from 60.4 mPa·s (0% barium) to 75.6 mPa·s (20% barium) and further to 89.4 mPa·s (30% barium), which corresponds to a total increase of approximately 48%. Similarly, NUC increased from 57.4 to 72.7 mPa·s across the same gradient, marking a 26.7% increase. Starch-based thickeners like TUS showed a rise from 38.4 to 53.7 mPa·s (39.9%), and NUP increased from 45.0 to 66.5 mPa·s (47.8%). These figures suggest that even at Level 1, the inclusion of barium sulfate significantly impacts the fluid's rheological profile.

At Level 2, the effect became more pronounced. TUS, for example, exhibited an increase from 194.6 to 298.9 mPa·s, a 53.6% jump. NUP's viscosity rose from 255.0 to 353.1 mPa·s (38.5%), and xanthan-based TUC increased from 259.4 to 350.5 mPa·s (35.1%). These changes pushed several formulations beyond their intended IDDSI categories. For Level 3 samples, values often exceeded 800 mPa·s when 30% barium was added—PRA reached 864.2 mPa·s, NUC 912.4 mPa·s—bordering the textural characteristics of pudding-like consistency (IDDSI Level 4). These values reflect not just a statistical trend but a clinically significant shift in behavior that could compromise accurate dysphagia diagnosis.

The IDDSI flow test results mirrored the rheological findings. In Level 1 formulations, residual syringe volumes ranged from 1.8–2.5 mL with 0% barium, 2.9–3.4 mL with 20%, and 3.9–4.8 mL with 30%. With the IDDSI threshold for Level 1 defined as ≤4 mL, samples like NUC and TUS shifted into Level 2 territory with 30% barium. At Level 2, residual volumes increased from 5.1–6.1 mL (0% barium) to 8.6–9.2 mL (30% barium), indicating a transition to Level 3. Similar IDDSI level transitions associated with barium-containing liquids have been previously reported, particularly in formulations sensitive to particulate loading and polymer–particle interactions (Barbon & Steele, 2019; Kongjaroen et al., 2023).

For Level 3, most samples with 30% barium retained all 10 mL in the syringe, showing zero flow—qualifying them as Level 4. These findings highlight the functional relevance of rheological data: the addition of barium does not merely change numerical viscosity values, it actively shifts a liquid’s classification.

Reduction of thickener content by 10% or 20% partially mitigated the thickening effect of barium sulfate. For instance, in Level 2 formulations reduced by 10%, PRA (a xanthan-based product) still yielded 7.8 mL in the syringe with 30% barium, bordering the Level 3 threshold. A 20% reduction in NUP yielded 6.2 mL—within Level 2—but at the cost of reduced bolus cohesion. These results suggest that while slight dosage adjustments can help, they are insufficient alone to guarantee correct IDDSI categorization. Customized formulation protocols, not generic reductions, are needed.

Furthermore, visual and tactile analysis revealed that increased barium concentrations made the liquids visibly more opaque, structurally cohesive, and resistant to dripping. In spoon tests, Level 3 samples with 30% barium demonstrated full spoon retention, a dome-like shape, and no flow—characteristics typical of Level 4 consistency. The liquids transitioned from slightly thick to moderately thick to pudding-like behavior, not only in laboratory parameters but also in real-world observable behavior.

Conclusion: From a clinical standpoint, these discrepancies can have serious consequences. Imagine a patient whose VFSS was conducted using a Level 2 barium liquid that in reality had Level 3 or 4 flow properties due to barium-induced viscosity changes. If this patient is then prescribed Level 2 dietary fluids, assuming safety based on VFSS results, there is a potential mismatch between diagnostic input and therapeutic recommendation. Such scenarios can lead to either over-restriction (affecting nutrition and hydration) or under-protection (increasing aspiration risk). The risks are amplified in patients with marginal swallowing capacity, where minor changes in fluid behavior can tip the balance toward penetration or aspiration.

Institutional variability also poses a concern. Hospitals or rehabilitation centers using different thickeners and preparation protocols may unknowingly administer barium-containing test fluids that differ significantly in flow and consistency. Without a standardized, product-specific approach, inter-clinician reliability and cross-center comparison become problematic. Given that some centers may rely heavily on starch-based thickeners and others on xanthan, the observed differences in barium sensitivity (e.g., 1.3x viscosity rise in NUC vs. 1.5x in PRA) become diagnostically relevant.

To address these challenges, the study supports the development of validated, ready-to-use formulations for VFSS use, tailored to each thickener’s interaction with barium sulfate. For example, to maintain an IDDSI Level 2 consistency when using 30% barium with TUC, the thickener amount should be reduced by approximately 18% from standard dosage. For NUP, the optimal adjustment may be closer to 22%. Providing clinicians with such product-specific adjustment tables could substantially enhance the precision of diagnostic outcomes.

The implications extend beyond diagnostics into research, product development, and clinical education. Researchers comparing swallowing outcomes across studies should ensure consistent fluid behavior in barium test liquids. Manufacturers developing thickening agents or barium-based products could collaborate to release standardized VFSS kits. Clinicians and speech-language pathologists should be trained not only in interpreting flow tests but also in understanding how preparation variables impact clinical accuracy.

In summary, barium sulfate plays a dual role in dysphagia diagnostics: it serves as a necessary contrast medium for VFSS imaging, but it also substantially modifies the rheological and functional characteristics of thickened liquids. This study demonstrates that its effect varies based on concentration and the type of commercial thickener used, and that it can alter both viscosity and IDDSI classification to clinically meaningful degrees. Addressing these effects through formulation-specific preparation guidelines, validation protocols, and interprofessional education will help ensure that swallowing assessments remain safe, standardized, and reflective of real-world consumption scenarios. Such measures may contribute to improved alignment between diagnostic assessment and therapeutic decision-making.

Keywords: swallowing test, barium sulfate, thickened liquids, viscosity, IDDSI, VFSS, dysphagia, commercial thickeners

Giriş

Disfaji, oral, faringeal veya özofageal fazlarda ortaya çıkabilen yutma sürecindeki bozuklukları tanımlayan klinik bir durumdur. Tükürük, sıvı veya katı gıdaların ağızdan mideye geçişinde yaşanan güçlüklerle ifade edilebilmektedir (Marik ve Kaplan, 2003).

Disfaji yönetiminde, aspirasyon riskini azaltmak ve yutma sırasında bolusun kontrolünü kolaylaştırmak amacıyla sıvıların viskozitesi özel olarak ayarlanmaktadır. Literatürde, düşük viskoziteli sıvıların hızlı akışı nedeniyle yutma refleksinin zamanında tetiklenememesi durumunda aspirasyon riskini artırdığı vurgulanmaktadır (Barbon ve Steele, 2019). Bu bağlamda, kıvam artırıcı tozların kullanımıyla sıvıların koyulaştırılması, disfaji tedavisinin temel yaklaşımlarından biri haline gelmiştir (Methacanon ve ark., 2021; Nishinari ve ark., 2019).

Disfaji tanısında hem klinik hem de enstrümantal değerlendirme yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Klinik değerlendirme, genellikle dil ve konuşma terapistleri tarafından uygulanan ve hastanın yutma sırasında gösterdiği belirtilerin gözlemlenmesine dayalı bir ön değerlendirme sürecidir. Bu değerlendirme, bireyin enstrümantal incelemeye ihtiyaç duyup duymadığını belirlemede rehberlik etmektedir. Objektif veriler sağlayan enstrümantal yöntemler arasında ise en yaygın kullanılan ve altın standart olarak kabul edilen teknik Videofloroskopik Yutma Çalışması'dır (VFSS). Bu yöntemin modifiye edilmiş versiyonu olan Modifiye Baryum Yutma Çalışması (MBYÇ), farklı kıvam ve hacimlerdeki sıvılarla bireyin yutma fonksiyonlarının sistematik biçimde değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bu sayede bolusun davranışı doğrudan gözlemlenebilir; aspirasyon, retansiyon ve yetersiz temizlik gibi bozukluklar ayrıntılı şekilde tespit edilebilmektedir (Barbon ve Steele, 2019; Steele ve ark., 2013).

MBYÇ sırasında kullanılan kontrast madde baryum sülfat ($BaSO_4$), sıvı besinlerde radyopaklık kazandırmak amacıyla uygulanmaktadır (Sireci, 2021). Ancak hazır ticari baryum içeren ürünlerin her ülkede erişilebilir olmaması, birçok klinikte toz baryumun elle karıştırılarak

hazırlanmasına neden olmaktadır. Bu manuel hazırlama süreci; kullanılan baryum türü, konsantrasyonu ve kıvam arttırıcıların tipi gibi faktörlere bağlı olarak sıvıların viskozitesinde önemli değişikliklere yol açabilmektedir. Örneğin, önceden kıvamlandırılmış bir sıvıya baryum eklenmesi ya da baryum süspansiyonuna sonradan kıvam arttırıcı ilavesi, hedeflenenin üzerinde bir viskozite artışına neden olabilmektedir. Bu da, değerlendirme sırasında kullanılan sıvının, hastanın günlük yaşamda tüketmesi gereken kıvamla örtüşmemesine yol açabilir. Böyle bir tutarsızlık hem tanı doğruluğunu hem de önerilen terapötik stratejilerin geçerliliğini olumsuz etkileyebilmektedir (Koçak ve ark., 2022).

Baryumlu sıvıların, baryumsuz örneklerle göre fiziksel ve reolojik özelliklerinin farklılık gösterdiği birçok çalışmada belirtilmiştir. Bu farklar; artan yoğunluk, daha yüksek kayma viskozitesi, akma direnci ve değişen duyuşsal algılama gibi faktörleri kapsamaktadır (Cichero ve ark., 2006, 2017; Park ve Yoo, 2019; Steele ve ark., 2013). VFSS/MBYÇ sırasında kullanılan baryumlu sıvılar, genellikle daha yüksek viskoziteye ve akma gerilimine sahip olduğundan, gerçekçi bir yutma simülasyonu için dikkatli bir şekilde standardize edilmelidir.

Klinik uygulamalarda bu ihtiyaca yanıt olarak, örneğin Amerika’da viskozitesi standardize edilmiş Varibar® (%40 w/v) gibi ticari baryum ürünleri kullanılmaktadır (Steele ve ark., 2013). Ancak bu ürünlerin yüksek maliyeti ve sınırlı erişilebilirliği, alternatif hazırlama yöntemlerini zorunlu kılmaktadır. MBYÇ’de genellikle %20–40 (w/v) arasında değişen baryum konsantrasyonları tercih edilmekte ve kıvam ayarı çoğunlukla kıvam arttırıcı tozlarla yapılmaktadır (Steele ve ark., 2013).

Kıvamlı sıvıların tanımlanmasında geleneksel olarak Ulusal Disfaji Diyeti (NDD) kılavuzu kullanılmıştır. Bu sınıflandırma, 25 °C’de ve 50 s⁻¹ kayma oranında ölçülen viskoziteye göre şu şekilde belirlenmiştir: ince (<50 cP), nektar benzeri (51–350 cP), bal benzeri (351–1750 cP) ve puding benzeri (>1750 cP) (National Dysphagia Diet Task Force, 2002). Ancak günümüzde, dünya çapında terminoloji birliğini sağlamak amacıyla geliştirilen Uluslararası Disfaji Diyeti

Standardizasyon Girişimi (International Dysphagia Diet Standardisation Initiative, IDDSI) giderek yaygınlık kazanmaktadır (Cichero ve ark., 2006, 2017).

IDDSI çerçevesi, sıvı kıvamını değerlendirmek için viskozite ölçümleri yerine pratik ve tekrarlanabilir bir yöntem olan şırınga akış testini esas alır. Bu testte, 10 mL sıvının 10 saniye boyunca şırıngadan akmasına izin verilir ve sonunda kalan sıvı hacmine göre IDDSI seviyesi belirlenir (An ve ark., 2023).

Ancak bu pratik sistemin güvenilirliğini artırmak için viskozite gibi reolojik ölçümlerle desteklenmesi önerilmektedir. Literatürde, baryum sülfatın kıvam seviyesini artırdığı ve IDDSI sınıflamasında daha yüksek değerlere yol açtığı bildirilmektedir. Örneğin, Barbon ve Steele (2019), baryumlu ve baryumsuz sıvılar arasında IDDSI seviyelerinde farklar olduğunu, özellikle nişasta bazlı ürünlerde bu farkın daha büyük olduğunu ortaya koymuştur. Kongjaroen ve arkadaşları (2023) ise, baryumun viskozite üzerindeki etkisinin kıvam arttırıcı tipiyle yakından ilişkili olduğunu ve bazı formülasyonlarda %70'e varan viskozite artışına neden olabildiğini göstermiştir.

Tüm bu araştırmalar, VFSS veya daha özelinde MBYÇ gibi baryum içeren test sıvılarının, diyet sırasında alınan sıvılara kıvam ve akışkanlık açısından benzetilmesi gerektiğini vurgulamakta; ancak bu sürecin teknik olarak karmaşık ve dikkat gerektiren bir işlem olduğunu da ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, IDDSI standartları doğrultusunda güvenilir, tekrarlanabilir ve klinik açıdan uygulanabilir baryumlu sıvı tariflerinin oluşturulması, disfaji değerlendirme süreçlerinin standardizasyonu açısından kritik bir gereklilik hâline gelmiştir. Bu çalışmanın amacı, VFSS/MBYÇ sırasında kullanılmak üzere, IDDSI kıvam seviyeleriyle uyumlu, klinikte uygulanabilir ve reolojik açıdan güvenilir baryumlu sıvı tarifleri geliştirmektir. Bu amaçla, ülkemizde temin edilebilen farklı ticari kıvam arttırıcı ürünler kullanılarak, değişen oranlarda baryum sülfat ilavesiyle hazırlanan sıvıların IDDSI kıvam sınıflandırmalarındaki değişimleri değerlendirilmiş ve baryumun sıvı kıvamı üzerindeki etkisi sistematik olarak incelenmiştir.

Yöntem

Kullanılan Kıvam Arttırıcı Ürünler ve Hazırlama Protokolü

Bu çalışmada, disfaji yönetimine yönelik ticari ölçekte geliştirilen beş farklı kıvam arttırıcı ürün değerlendirilmiştir. Ürünlerin üçü ksantan gam bazlı (ThickenUp Clear [TUC], Nutilis Clear [NUC], KıvamPRO PraThick [PRA]), ikisi ise nişasta bazlı (ThickenUp Powder [TUS], Nutilis Powder [NUP]) formülasyonlardır. ThickenUp Clear (TUC), İsviçre menşeli Nestlé Health Science firması tarafından üretilmiş olup ksantan gam içeriklidir. Nutilis® Clear (NUC), Hollanda merkezli Nutricia Advanced Medical Nutrition firmasına ait olup ksantan gam ve guar gam kombinasyonu içermektedir. KıvamPRO PraThick (PRA), Türkiye’de KıvamPRO firması tarafından geliştirilmiş ksantan gam bazlı bir üründür. ThickenUp (TUS) ve Nutilis Powder (NUP) ürünleri ise sırasıyla Nestlé Health Science ve Nutricia tarafından sunulan nişasta temelli kıvam arttırıcılardır.

Tüm ürünler, üretici firmaların önerdiği kullanım talimatlarına uygun şekilde hazırlanmıştır. Her bir ürün, hassas terazide tartıldıktan sonra 200 mL distile suya ilave edilmiş ve karışım hızlıca manuel olarak metal kaşık ile karıştırılarak homojen bir yapı elde edilmiştir. Reolojik stabilizasyonun sağlanabilmesi amacıyla, karışım işlemini takiben her numune oda sıcaklığında 10 dakika bekletilmiştir. Bu süre zarfında polisakkaritlerin tam çözünmesi ve nihai akış profiline ulaşması hedeflenmiştir. Tüm kıvam seviyeleri için kullanılan kıvam arttırıcı miktarları Tablo 1’de verilmektedir. Bu değerler, ürünlerin IDDSI Akış Testi ile kıvam sınıflandırmasına uygun şekilde belirlenmiş ve standart kıvam seviyelerine ulaşmaları doğrulanmıştır.

Baryum sülfat içeren numunelerin hazırlanması

Bu çalışmada kullanılan baryumlu numunelerin hazırlanmasında, Barium sulfate (EMPROVE®, Merck, Germany) kullanılmıştır. Numuneler %0, %20 ve %30 (v/w) oranlarında baryum sülfat içerecek şekilde hazırlanmıştır. Bu oranlar, karışım içerisindeki baryum sülfat

miktarının toplam su hacmine göre yüzdesel ifadesini temsil etmektedir. Hazırlık sürecinde, öncelikle hesaplanan miktarda baryum sülfat ve ilgili kıvam arttırıcı toz ayrı ayrı tartılmıştır. Ardından her karışıma 200 mL distile su ilave edilmiş ve karışımlar yaklaşık bir dakika boyunca manuel olarak kaşık yardımıyla karıştırılmıştır. Bu işlem sonucunda homojen bir süspansiyon elde edilmesi hedeflenmiştir. Burada belirtilen yüzdesel oranlar yalnızca baryum sülfat ve su oranlarına dayanmaktadır; bu nedenle, kıvam arttırıcıların miktarları IDDSI kıvam seviyelerine uygun olacak şekilde sabit tutulmuştur. Böylece baryum konsantrasyonunun sıvının reolojik özellikleri üzerindeki etkisi, kıvam arttırıcı değişkeninden bağımsız olarak değerlendirilebilmiştir. Ek olarak, azaltılmış kıvam arttırıcı içeren numuneler, Tablo 1’de belirtilen standart kıvam arttırıcı miktarlarının sırasıyla %10 ve %20 oranında azaltılmasıyla hazırlanmıştır. Örneğin, bir ürünün Seviye 2 kıvamına ulaşması için 2.4 gram kıvam arttırıcı kullanılması gerekiyorsa, S2-10 etiketli numunenin hazırlanmasında bu miktar %10 azaltılarak 2.16 gram olarak uygulanmıştır. Benzer şekilde, S2-20 etiketli numunenin hazırlanmasında kullanılan kıvam arttırıcı miktarı %20 azaltılmış ve 1.92 gram olarak ayarlanmıştır.

Reolojik Ölçümler

Numunelerin reolojik özelliklerini belirlemek amacıyla viskozite analizleri gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, Malvern Kinexus Pro reometre (Malvern Instruments, İngiltere) kullanılarak, konik-plaka (cone-and-plate) geometri ile gerçekleştirilmiştir (Kumai ve ark., 2021). Cihazda 4 mm çapında konik plaka kullanılmış ve tüm ölçümler 20 ± 0.1 °C sabit sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Her numune için $1-100 \text{ s}^{-1}$ kayma hızı (shear rate) aralığında akış eğrileri elde edilmiştir. Ölçüm öncesinde numuneler oda sıcaklığında 10 dakika dinlendirilmiş olup, bu süreçte yapısal kararlılığın sağlanması hedeflenmiştir. Elde edilen viskozite değerleri, hem farklı baryum sülfat konsantrasyonlarının hem de kullanılan kıvam arttırıcı türlerinin sıvının reolojik davranışı üzerindeki etkilerini karşılaştırmak amacıyla analiz edilmiştir.

IDDSI Akış Testi

Numunelerin kıvam seviyelerini pratik ve klinikte yaygın olarak kabul gören bir yöntemle değerlendirmek amacıyla IDDSI Akış Testi uygulanmıştır. Test, IDDSI tarafından tanımlanan standart prosedürlere uygun şekilde yürütülmüştür. Uygulamada, Luer tip uçlu, 10 mL kapasiteli ve 61.5 mm uzunluğa (0-10 mL arası) sahip standart bir şırınga kullanılmıştır. Her numune, şırınganın 10 mL'lik çizgisine kadar doldurulmuş, şırınga dik konuma getirilmiş ve alt ucu serbest bırakılarak sıvının 10 saniye boyunca akmasına izin verilmiştir. Süre sonunda, şırınga içerisinde kalan sıvı hacmi kaydedilmiş ve bu değer IDDSI kıvam seviyeleri ile karşılaştırılmıştır (Cichero ve ark., 2017; Kongjaroen ve ark., 2023).

Verilerin Analizi

Elde edilen veriler, baryum sülfat oranı (%0, %20, %30), kıvam arttırıcı türü (ksantan ve nişasta bazlı) ve kıvam seviyesi (IDDSI Seviye 1–3) değişkenlerine göre gruplandırılmıştır. Reolojik veriler (viskozite) için her numuneden üç tekrar alınmış, sonuçlar yapılan üç tekrarın ortalamaları $\pm$ standart sapma olarak ifade edilmiştir. İstatistiksel analizlerde, kıvam arttırıcı türleri ve baryum sülfat oranları arasındaki farklılıkların anlamlılığını değerlendirmek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. ANOVA sonucunda anlamlılık elde edilen durumlarda, ortalamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesi için Tukey HSD post-hoc çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Tüm analizler, IBM SPSS Statistics 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) yazılımı kullanılarak yapılmış; istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < .05$ olarak belirlenmiştir.

Bu çalışma, insan veya hayvan denek kullanılmaksızın, yalnızca ticari olarak temin edilen gıda sınıfı maddelerle laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle etik kurul iznine gerek duyulmamıştır.

Bulgular

Her IDDSI kıvam seviyesi için kullanılan kıvam artırıcı miktarları, üretici firmaların önerileri doğrultusunda belirlenmiş olup Tablo 1’de sunulmuştur. Buna göre, ksantan gam bazlı ürünler (TUC, NUC, PRA), hedeflenen kıvam seviyelerine daha düşük kullanım miktarlarıyla ulaşabilirken; nişasta bazlı ürünlerde (TUS, NUP) aynı seviyelerin sağlanabilmesi için daha yüksek miktarlara ihtiyaç duyulmuştur. Bu durum, farklı kıvam artırıcıların viskozite oluşturma kapasiteleri açısından anlamlı yapısal ve fonksiyonel farklılıklar taşıdığını ortaya koymaktadır.

Tablo 1

Tüm Kıvam Seviyeleri için Kullanılan Kıvam Arttırıcı Miktarları

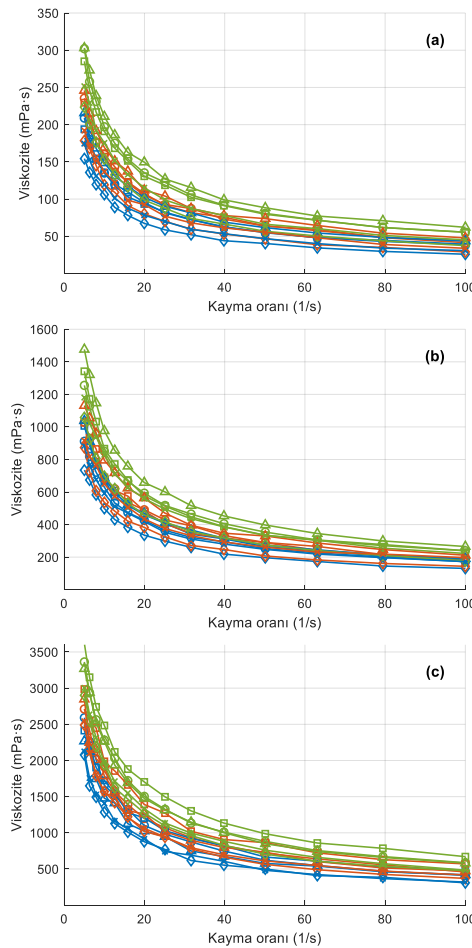
IDDSI Seviyesi	TUC (g)	NUC (g)	PRA (g)	TUS (g)	NUP (g)
Seviye 1	1.20	1.25	1.20	9.00	9.00
Seviye 2	2.40	2.50	2.40	11.25	11.25
Seviye 3	4.80	5.00	4.80	18.00	18.00

Şekil 1 (a), (b) ve (c)'de, sırasıyla IDDSI Seviye 1, Seviye 2 ve Seviye 3 kıvam seviyelerine uygun şekilde hazırlanmış örneklerin kayma oranına (1/s) bağlı viskozite (mPa·s) profilleri sunulmuştur. Grafikler incelendiğinde, tüm numunelerin viskozite değerlerinin kayma oranı arttıkça azaldığı görülmüş; bu durum, her formülasyonun belirgin bir kayma incelmesi (shear-thinning) davranışı sergilediğini ortaya koymuştur. Bu reolojik özellik, kıvamlı sıvıların yutma güvenliği ve oral işlemeye uygunluğu açısından belirleyici bir parametre olarak değerlendirilmektedir (Nyström ve ark., 2015). Akış grafikleri incelendiğinde baryum sülfat ilavesinin viskozite üzerindeki etkisi belirgin olarak gözlenmiştir. Tüm kıvam seviyelerinde, %0 baryum içeren kontrol numunelerine kıyasla %20 ve %30 baryum sülfat içeren numunelerde viskozite değerleri sistematik olarak artmıştır. Özellikle %30 baryum içeren numuneler, formülasyona bağlı olarak en yüksek viskozite profillerini

sergilemiştir. Bu artış hem ksantan bazlı (TUC, NUC, PRA) hem de nişasta bazlı (TUS, NUP) ürünlerde gözlenmiştir. Ayrıca, kıvam seviyeleri arasında da önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Şekil 1 (a)'dan (c)'ye geçildikçe, yani Seviye 1'den Seviye 3'e doğru ilerledikçe, tüm formülasyonlarda viskozite değerlerinde anlamlı bir artış gözlenmiştir ($p < .05$). Bu artış, kullanılan kıvam arttırıcı miktarlarının (bkz. Tablo 1) IDDSI seviyelerine uygun olarak hazırlandığını ve hedeflenen kıvamların oluşturulduğunu göstermektedir (Calmarza-Chueca ve ark., 2022).

Şekil 1

Farklı Baryum Oranlarına Sahip Örneklerin Viskozite Profilleri



Not. (a), (b) ve (c) sırasıyla Seviye 1, Seviye 2 ve Seviye 3 için farklı baryum oranlarına sahip örneklerin viskozite profillerini göstermektedir. Her grafikte beş farklı formülasyon (TUC, NUC, PRA, TUS, NUP) için kayma oranına (1/s) bağlı olarak ölçülen viskozite (mPa·s) değerleri sunulmuştur. Renkler baryum oranlarını temsil etmektedir: mavi (%0), turuncu (%20) ve yeşil (%30). Her ürün farklı sembollerle belirtilmiştir: daire (TUC), kare (NUC), üçgen (PRA), elmas (TUS) ve çarpı (NUP).

Tablo 2’de, IDDSI kıvam sınıflandırmasına göre Seviye 1, 2 ve 3 için %0 (B0), %20 (B20) ve %30 (B30) baryum sülfat içeren numunelerin 50 s⁻¹ sabit kayma oranında ölçülen viskozite değerleri sunulmuştur. Seviye 1’de, %20 baryum ilavesiyle viskozite artışı %1.6 (NUC) ile %25.2 (PRA) arasında; %30 baryumla ise %26.7 (NUC) ile %48.0 (PRA) arasında değişmiştir. Seviye 2’de artış oranları %20 baryumda –%3.6 (NUC) ile %17.2 (TUC), %30 baryumda ise %21.5 (NUC) ile %53.6 (TUS) aralığında gözlenmiştir. Seviye 3’te ise %20 baryumla artış %7.6 (NUC) ile %38.7 (TUS), %30 baryumla ise %26.5 (TUC) ile %78.2 (TUS) arasında gerçekleşmiştir. Her ürün ve kıvam seviyesinde baryum oranı arttıkça viskozite değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmış; bu farklar tablo üzerinde farklı harflerle gösterilmiştir (p < .05).

Tablo 2

Farklı Baryum Oranlarında Hazırlanmış Beş Farklı Ticari Kıvam Arttırıcı Karışıma Ait Viskozite Değerleri

Seviye	Baryum	TUC	NUC	PRA	TUS	NUP
Seviye 1	B0	55,8±1,3 ^c	57,4±1,4 ^b	60,4±1,0 ^c	38,4±0,5 ^c	45,0±1,4 ^c
Seviye 1	B20	64,9±1,3 ^b	58,3±0,2 ^b	75,6±1,9 ^b	44,3±2,1 ^b	56,2±2,5 ^b
Seviye 1	B30	78,4±1,3 ^a	72,7±1,1 ^a	89,4±2,9 ^a	53,7±4,2 ^a	66,5±3,3 ^a
Seviye 2	B0	259,4±8,2 ^f	269,2±8,7 ^f	273,9±5,9 ^f	194,6±2,7 ^f	255,0±9,5 ^f
Seviye 2	B20	303,9±9,7 ^e	279,6±9,2 ^e	307,0±2,6 ^e	207,4±6,0 ^e	287,6±5,6 ^e
Seviye 2	B30	350,5±3,2 ^d	327,2±1,8 ^d	389,5±2,3 ^d	298,9±3,5 ^d	353,1±7,9 ^d
Seviye 3	B0	646,5±16,5 ⁱ	664,8±11,9 ⁱ	630,9±14,4 ⁱ	470,8±6,7 ⁱ	511,4±16,5 ⁱ
Seviye 3	B20	705,0±17,2 ^h	715,0±16,5 ^h	718,0±11,6 ^h	653,0±9,9 ^h	611,7±17,7 ^h
Seviye 3	B30	818,0±14,7 ^g	912,4±7,6 ^g	864,2±16,2 ^g	839,0±8,0 ^g	861,0±19,9 ^g

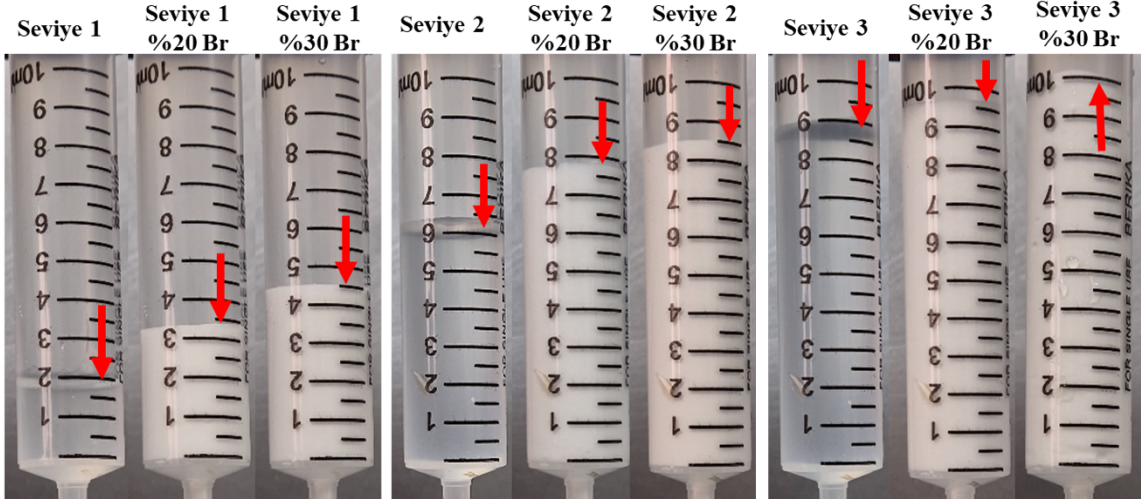
Not. Farklı baryum oranlarında (%0 – B0, %20 – B20, %30 – B30) hazırlanmış beş farklı ticari kıvam arttırıcı karışıma (TUC, NUC, PRA, TUS, NUP) ait viskozite değerleri. Ölçümler, IDDSI kıvam sınıflandırmasına göre belirlenen Seviye 1, Seviye 2 ve Seviye 3 kıvam düzeylerinde ve 50 l/s sabit kayma oranında gerçekleştirilmiş olup, sonuçlar ortalama ± standart sapma (mPa·s) biçiminde sunulmuştur. Aynı sütundaki farklı harfler, ANOVA sonrası uygulanan Tukey post-hoc testine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları göstermektedir (p < .05).

Şekil 2’de, ksantan bazlı PRA ürününe ait şırınga testi sonuçları görsel olarak sunulmuştur. Seviye 1, 2 ve 3 kıvam seviyelerinde hazırlanan numunelerde, baryum sülfat oranı arttıkça 10 saniye sonunda şırınga içinde kalan sıvı miktarının da arttığı gözlemlenmiştir.

Şekil 2

Seviye 1, 2 ve 3 Kıvamında Hazırlanmış, Ksantan Bazlı Ticari Bir Ürüne Ait IDDSI Şırınga Testi

Sonuçları

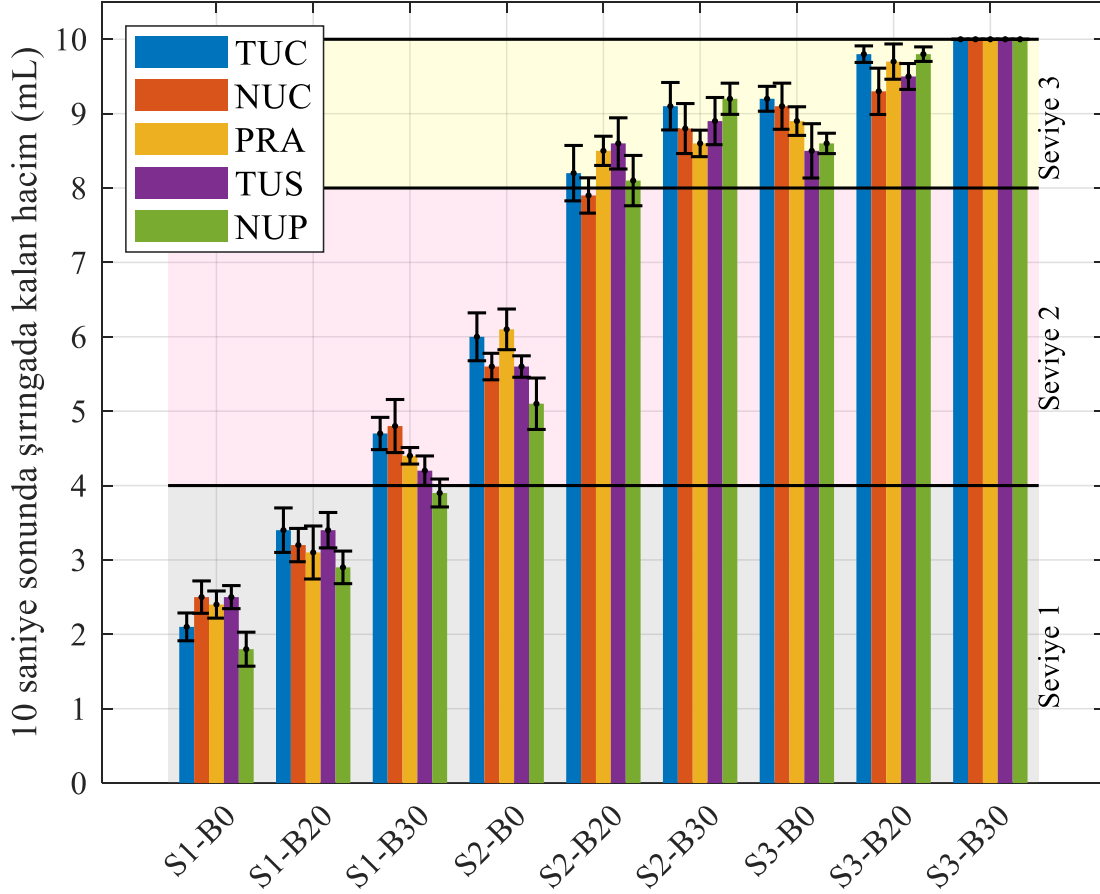


Not. Aynı kıvam seviyesinde hazırlanmış ancak farklı baryum oranlarına sahip (%0, %20 ve %30) numunelerin, 10 saniye sonunda şırınga içinde kalan sıvı hacimleri gösterilmektedir.

Görselde sunulan bu eğilim, tüm ticari ürünler için geçerli olup, detaylı sonuçlar Şekil 3'te verilmiştir. IDDSI şırınga testi sonuçlarına göre, Seviye 1 kıvamındaki %0 baryum sülfat içeren numunelerde şırınga içerisinde kalan sıvı miktarı 1.8 mL (NUP) ile 2.5 mL (NUC ve TUS) arasında ölçülmüştür. Aynı seviyede, %20 baryum içeren numunelerde bu miktar 2.9–3.4 mL aralığında, %30 baryum içeren numunelerde ise 3.9 mL (NUP) ile 4.8 mL (NUC) arasında değişmiştir. Seviye 2 kıvamında, %0 baryum içeren numuneler 5.1–6.1 mL, %20 baryum içeren numuneler 7.9–8.6 mL ve %30 baryum içeren numuneler 8.6 mL (PRA) ile 9.2 mL (NUP) arasında şırınga hacmi göstermiştir. Seviye 3'te ise %0 baryum içeren numunelerde şırınga içinde kalan sıvı miktarı 8.5–9.2 mL aralığında kaydedilmiş, %20 baryum içerenlerde bu değer 9.3–9.8 mL'ye yükselmiştir. %30 baryum sülfat içeren tüm Seviye 3 numunelerinde ise 10 saniye sonunda şırınga içinde 10 mL sıvı kalmış ve sıvıların şırıngadan hiç akmadığı gözlemlenmiştir.

Şekil 3

IDDSI Şırınga Testi Sonuçları



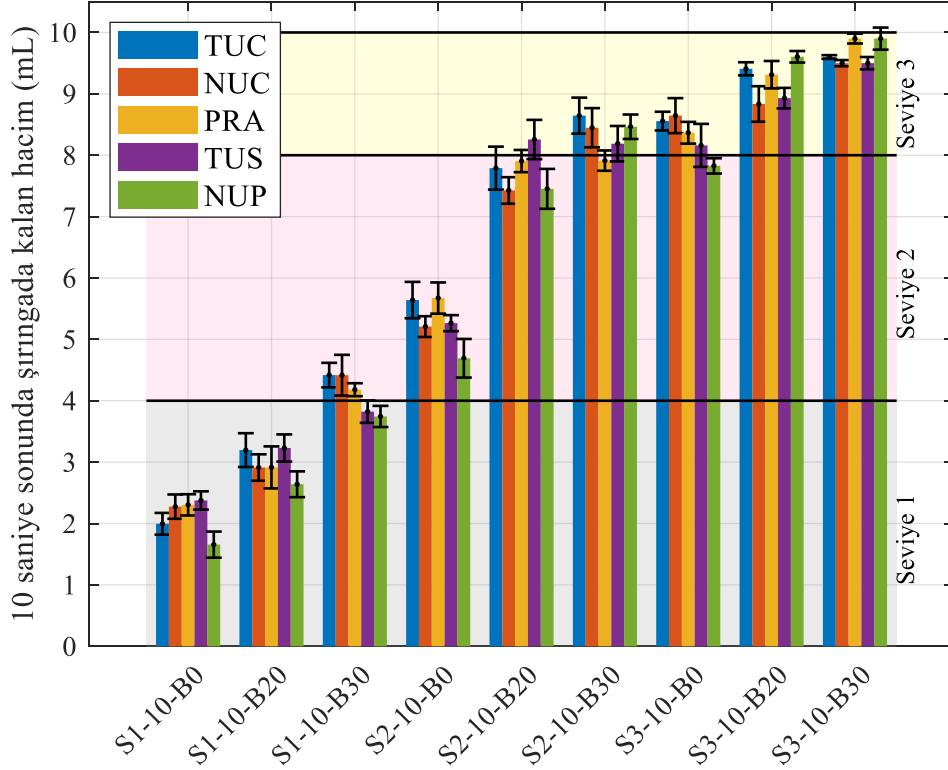
Not. Farklı baryum oranlarında (%0 – B0, %20 – B20, %30 – B30) ve beş farklı ticari kıvam arttırıcı (TUC, NUC, PRA, TUS, NUP) kullanılarak, Tablo 1’de belirtilen standart kıvam arttırıcı oranları kullanılarak hazırlanan sıvılara ait IDDSI şırınga testi sonuçları. Her numune, 10 saniye sonunda şırınga içinde kalan sıvı hacmine göre değerlendirilmiş olup, ortalama $\pm$ standart sapma (mL) değerleri ile sunulmuştur. Sütun grafiklerinde arka plan renklendirmesi, IDDSI kıvam sınıflandırmasına karşılık gelen Seviye 1 (0–4 mL), Seviye 2 (4–8 mL) ve Seviye 3 (8–10 mL) aralıklarını göstermektedir.

Tablo 1’de belirtilen standart kıvam arttırıcı miktarlarının %10 oranında azaltılmasıyla hazırlanan numunelere ait IDDSI şırınga testi bulguları, Şekil 4’te verilmiştir.

Şekil 4

%10 Daha Düşük Kıvam Arttırıcı Miktarları ile Hazırlanan Sıvılara Ait IDDSI Şırınga Testi

Sonuçları



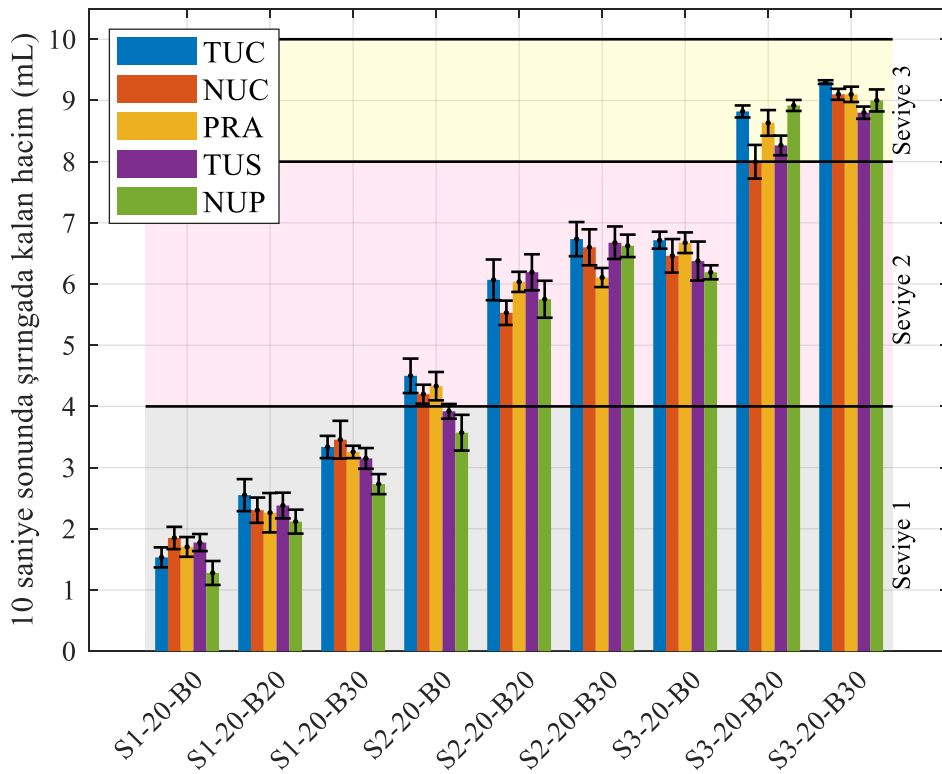
Not. Beş farklı ticari kıvam arttırıcı (TUC, NUC, PRA, TUS, NUP) kullanılarak ve Tablo 1’de belirtilen standart oranlardan %10 daha düşük kıvam arttırıcı miktarları ile hazırlanan sıvılara ait IDDSI şırınga testi sonuçları. Her numune, %0 (B0), %20 (B20) ve %30 (B30) baryum sülfat içeriğiyle hazırlanmış ve 10 saniye sonunda şırınga içinde kalan sıvı hacmine göre değerlendirilmiştir. Sonuçlar ortalama $\pm$ standart sapma (mL) biçiminde sunulmuştur. Arka plan renklendirmeleri, IDDSI kıvam sınıflandırmasına karşılık gelen Seviye 1 (0–4 mL), Seviye 2 (4–8 mL) ve Seviye 3 (8–10 mL) aralıklarını temsil etmektedir. "-10" etiketi, numunelerin kıvamlandırılmasında kullanılan toz miktarının standart seviyelere göre %10 azaltıldığını göstermektedir.

%0 baryum sülfat içeren numunelerde, şırınga içinde kalan sıvı miktarı 1.7 mL (NUP) ile 2.4 mL (NUC) arasında ölçülmüştür. %20 baryum içeren numunelerde bu değer 2.7–3.2 mL, %30 baryum içeren numunelerde ise 3.5–4.4 mL aralığında kaydedilmiştir. Orta kıvamda hazırlanan numunelerde %0 baryum içerenlerde 4.9–5.7 mL, %20 baryum içerenlerde 7.3–8.2 mL, %30 baryum içerenlerde ise 7.8–8.6 mL arasında sıvı kaldığı belirlenmiştir. En yoğun gruptaki numunelerde, %0 baryum içerenlerde şırınga içinde kalan hacim 8.0–8.8 mL; %20 baryum içerenlerde 8.9–9.5 mL;

%30 baryum içeren tüm örneklerde ise 9,4–9,9 mL aralığında ölçülmüştür. Tablo 1’de belirtilen standart kıvam arttırıcı miktarlarının %20 oranında azaltılmasıyla hazırlanan numunelere ait IDDSI şırınga testi sonuçları, Şekil 5’te sunulmuştur.

Şekil 5

%20 Daha Düşük Kıvam Arttırıcı Miktarları ile Hazırlanmış Sıvıların IDDSI Şırınga Testi Sonuçları



Not. Beş farklı ticari kıvam arttırıcı (TUC, NUC, PRA, TUS, NUP) kullanılarak ve Tablo 1’de belirtilen standart oranlardan %20 daha düşük kıvam arttırıcı miktarları ile hazırlanmış sıvıların IDDSI şırınga testi sonuçları. Numuneler, %0 (B0), %20 (B20) ve %30 (B30) baryum sülfat içeriği ile hazırlanmış ve her biri 10 saniye sonunda şırınga içinde kalan sıvı hacmine göre değerlendirilmiştir. Değerler ortalama $\pm$ standart sapma (mL) olarak sunulmuştur. Arka plan renklendirmeleri, IDDSI sınıflandırmasına karşılık gelen Seviye 1 (0–4 mL), Seviye 2 (4–8 mL) ve Seviye 3 (8–10 mL) aralıklarını temsil etmektedir. "-20" etiketi, numunelerin hazırlanmasında kullanılan kıvam arttırıcı toz miktarının standart seviyelere göre %20 oranında azaltıldığını ifade etmektedir.

%0 baryum sülfat içeren numunelerde şırınga içinde kalan sıvı miktarı 1.3 mL (NUP) ile 1.9 mL (TUS) arasında değişmiştir. Aynı grupta %20 baryum içeren örneklerde bu değer 2.2–2.5 mL;

%30 baryum içerenlerde ise 2.8–3.5 mL aralığında kaydedilmiştir. Orta kıvam grubundaki numunelerde %0 baryum içeren örneklerde kalan hacim 3.7–4.5 mL, %20 baryum içerenlerde 5.6–6.3 mL, %30 baryum içerenlerde ise 6.2–6.7 mL arasında bulunmuştur. En yüksek kıvam grubunda ise %0 baryum içeren örneklerde şırıngada kalan sıvı hacmi 6.4–6.5 mL, %20 baryum içerenlerde 8.1–8.9 mL, %30 baryum içeren tüm numunelerde ise 9.0–9.3 mL olarak ölçülmüştür.

PRA ürününe ait numunelerin dört farklı IDDSI kıvam seviyesinde (%0, %20 ve %30 baryum sülfat içeriğiyle) hazırlanarak kaşıktan akışlarının görsel olarak değerlendirilmesine ilişkin sonuçları Şekil 6’da sunulmaktadır.

Şekil 6

Farklı Kıvam Seviyelerine (IDDSI Seviye 1–4) ve Baryum İçeriğine (%0, %20, %30) Sahip Ksantan Bazlı Ticari Ürününün Kaşıktan Akış Görüntüleri



Not. Her satır, ilgili kıvam seviyesini temsil ederken, sütunlar sırasıyla %0 baryum içeren kontrol, %20 baryum ve %30 baryum içeren örnekleri göstermektedir.

Görsel gözlemler, baryum sülfat oranındaki artışın her kıvam seviyesinde akış davranışı, vizüel yoğunluk ve kaşık tutunum özellikleri üzerinde belirgin etkiler yarattığını göstermektedir. Seviye 1 kıvamında, %0 baryum içeren örnek tamamen akışkan ve şeffaf bir yapı sergilerken, %20 ve %30 baryum içeren örneklerde sıvının opaklaştığı ve akışkanlığının azaldığı gözlemlenmiştir. Seviye 2’de tüm numuneler daha yavaş ve uzayarak akmakta, baryum oranı arttıkça yapışkanlık ve akışın süreksizliği artmaktadır. Seviye 3’te, %0 baryum içeren örnek hâlâ akış göstermekteyken, %20 ve %30 baryum içeren numuneler daha belirgin şekilde kaşık formunu korumakta ve yarı katı özellik sergilemektedir. Seviye 4 kıvamında ise %20 ve %30 baryum içeren tüm örneklerde akış neredeyse tamamen durmakta; numuneler kaşık üzerinde bütünlüklü ve kalıcı bir yapı oluşturmaktadır.

Tartışma

Baryum sülfat ($BaSO_4$), yutma fonksiyonunun değerlendirilmesinde kullanılan VFSS/MBYÇ için en yaygın kontrast ajanlardan biridir. Yüksek radyopak özelliği sayesinde, baryum sülfat içeren sıvılar bolusun oral, faringeal ve özofageal fazlardaki hareketini X-ışını altında net şekilde izlemeye olanak tanır. Bu amaçla farklı kıvam seviyelerinde baryum süspansiyonları hazırlanmakta, böylece disfaji hastalarında yutma güvenliği objektif olarak değerlendirilebilmektedir (Min ve ark., 2020; Muthukumar ve ark., 2018)

Ancak, Şekil 1’de de görüldüğü üzere baryum içeriği arttıkça, tüm kıvam seviyelerinde ve formülasyonlarda viskozite değerleri sistematik olarak yükselmiştir. Bu durum, baryum sülfatın yalnızca radyopak bir ajan olarak değil, aynı zamanda akış davranışını doğrudan etkileyen bir fiziksel katkı maddesi olarak da değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Literatürde de benzer şekilde, baryum sülfat içeriğinin artmasıyla birlikte sıvıların kayma viskozitesi, akma gerilimi ve yapı stabilitesinde artış gözlemlendiği bildirilmektedir (Cichero ve ark., 2017; Steele ve ark., 2013). Baryum

sülfatın kıvam artırıcı etki göstermesinin temel nedeni, katıldığı ortam içinde oluşan çözeltinin içerisindeki partikül yoğunluğunun ve iç sürtünmenin artmasıdır. Baryum sülfat, çözünmeyen ve yüksek özgül ağırlığa sahip (yaklaşık 4.5 g/cm^3) bir inorganik tuz olup, sıvı ortamda dağılmış halde bulunduğu akışkanın iç yapısına katkı sağlamaktadır (Gallardo, 2000). Bu tür süspansiyon sistemlerinde, partiküller arasındaki etkileşimler ve sıvı-katı faz geçişleri sıvının viskozitesini doğrudan etkilemektedir. Artan baryum oranı, sistemin akış direncini yükselterek reometrede ölçülen viskozite değerlerinde artışa neden olmaktadır. Ayrıca baryum sülfat partikülleri, kıvam arttırıcı ajanların (örneğin ksantan veya nişasta) oluşturduğu polimer ağ yapıları içinde fiziksel bariyer görevi görerek, ağın sıkılaşmasını ve sıvı hareketliliğinin sınırlandırılmasını da teşvik edebilmektedir (Ould ve Gunasekaran, 2007). Bu etki, özellikle yüksek konsantrasyonlarda belirgin hale gelmektedir. Baryum oranının artması ile sıvının akışkanlığı azalmakta ve kaşık tutunumu, şırınga testi veya görsel gözlem gibi değerlendirmelerde daha daha az akışkan yapıların oluştuğu görülmektedir. Benzer şekilde, literatürde de radyopak madde içeriği artırıldıkça kıvamlı sıvıların viskozitesinde sistematik artışlar gözlemlendiği bildirilmektedir (Ekberg ve ark., 2009; Kongjaroen, 2023; Park ve Yoo, 2021; Sireci, 2021; Steele ve ark., 2013).

Tablo 2’de sunulan veriler, farklı baryum sülfat oranlarında (%0, %20, %30) hazırlanan beş farklı ticari kıvam arttırıcı (TUC, NUC, PRA, TUS, NUP) içeren formülasyonların, IDDSI kıvam seviyelerine (Seviye 1–3) uygun şekilde ve 50 s^{-1} sabit kayma oranında gerçekleştirilen viskozite ölçümlerine dayanmaktadır. Bu kayma oranı, disfaji hastalarında yutma sırasında karşılaşılan akış davranışını temsil ettiği için literatürde en yaygın kullanılan referans değerdir (Steele ve ark., 2013). Tüm formülasyonlar için elde edilen veriler, baryum sülfat konsantrasyonundaki artışın viskozite değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı yükselişlere yol açtığını göstermektedir ($p < 0.05$). Özellikle Seviye 1 ve Seviye 2 kıvamlarında, %30 baryum ilavesi ile viskozite değerleri sırasıyla 1.3–1.5 kat artış göstermiştir. Kongjaroen ve ark. (2023) (%25 baryumda 1.2–1.7 kat viskozite artışı) ile uyumlu

olarak, bu çalışmada %30 baryumda benzer artışlar gözlenmiştir. Ancak literatürdeki birçok çalışma yalnızca bir veya iki kıvam arttırıcıyı incelemiştir. Bu çalışma ise beş farklı ticari ürünü doğrudan karşılaştırması açısından daha kapsamlıdır. Barbon & Steele'in çalışmasında IDDSI Level 1–2 geçişleri bildirilmişken, bu çalışmada özellikle nişasta bazlı ürünlerde Level 3–4'e kadar geçiş gözlenmiştir, bu da daha geniş bir klinik etkiyi göstermektedir. Park ve Yoo (2021) yalnızca ksantan bazlı ürünleri değerlendirmiştir; bu çalışmada ise hem ksantan hem nişasta ürünlerinin baryuma duyarlılık farkı karşılaştırılmış ve nişasta ürünlerinin daha geniş varyasyon gösterdiği belirlenmiştir.

Ksantan bazlı ürünler (TUC, NUC, PRA), daha düşük konsantrasyonlarda dahi yüksek viskozite seviyelerine ulaşabilmiş, bu durum ksantanın yüksek moleküler ağırlığı, su bağlama kapasitesi ve stabil üç boyutlu yapısal özellikleriyle açıklanmıştır. Buna karşılık, nişasta bazlı ürünlerde (TUS, NUP) benzer kıvam seviyelerine ulaşmak için daha yüksek oranlarda kıvam arttırıcıya ihtiyaç duyulmuştur. Baryumun bu sistemlerde de viskoziteyi anlamlı şekilde artırdığı ($p < 0.05$), ancak artış miktarının ksantan bazlı ürünlere göre daha sınırlı olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, baryum sülfat partiküllerinin kıvam arttırıcı polimerlerle etkileşimi yalnızca makro ölçekte yoğunluk artışıyla sınırlı kalmamakta, mikroyapı düzeyinde su hareketliliğini kısıtlayarak polimer ağlarını sıkılaştırmakta ve böylece sistemin viskozitesini artırmaktadır (Calmarza-Chueca ve ark., 2022). Bu durum, hem ticari ürünler arasındaki formülasyon farklılıklarının hem de baryum konsantrasyonunun reolojik çıktılar üzerindeki etkisinin dikkatle değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Şekil 3'te sunulan IDDSI şırınga testi bulguları, beş farklı ticari kıvam arttırıcı (TUC, NUC, PRA, TUS, NUP) ve üç farklı baryum sülfat oranı (%0 – B0, %20 – B20, %30 – B30) kullanılarak, Tablo 1'de belirtilen standart kıvam arttırıcı miktarlarıyla hazırlanan sıvıların değerlendirilmesine dayanmaktadır. Bulgular, özellikle Seviye 2 olarak hazırlanan bazı karışımların, %30 baryum sülfat ilavesiyle IDDSI sınıflandırmasında Seviye 3 kıvama geçiş yaptığını göstermektedir. Örneğin, TUC ve NUP ürünleri başlangıçta Seviye 2'ye karşılık gelen sıvı hacmi değerlerine (sırasıyla 6.0 mL ve

5.1 mL) sahipken, %30 baryum ilavesiyle bu değerler 9.1 mL ve 9.2 mL'ye yükselmiş ve böylece Seviye 3 aralığına (8–10 mL) dahil olmuştur. Benzer şekilde, Seviye 1 olarak hazırlanan NUC, TUC ve TUS ürünleri, %30 baryumla birlikte 4 mL sınırını aşarak Seviye 2 olarak değerlendirilmiştir. Özellikle dikkat çekici olan bulgu, Seviye 3 olarak hazırlanan ve %30 baryum içeren tüm numunelerin, şırınga içinde hiç akış göstermemesi ve 10 mL'nin üzerinde sıvı kalıntısı göstermesidir. Bu durum, söz konusu numunelerin IDDSI kriterlerine göre Seviye 4 (puding kıvamı) olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir. Bu bulgu, aynı zamanda Şekil 6'da sunulan kaşık testi görüntüleriyle de görsel olarak doğrulanmaktadır. Elde edilen bu sonuçlar, Tablo 1'de yer alan standart kıvam arttırıcı dozlarının, yüksek oranlarda baryum sülfat içeren numunelerde doğrudan uygulanamayabileceğini ve IDDSI kıvam seviyelerinin istenmeyen şekilde değişebileceğini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, Şekil 4 ve Şekil 5'te kıvam arttırıcı miktarlarının sırasıyla %10 ve %20 oranında azaltıldığı karışımlara ait şırınga testi sonuçları sunulmuş ve baryum sülfat içeriğiyle birlikte kıvam arttırıcı dozajlarının yeniden optimize edilmesi gerektiği gösterilmiştir. Bu sonuçlar, baryum sülfatın yalnızca reolojik profili değil, aynı zamanda IDDSI akış sınıflandırması açısından da sıvıların seviye geçişlerini etkileyebileceğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, baryum içeren sıvılar ile gerçek yaşamda kullanılan diyet sıvıları arasında seviye farkları oluşabileceği ve bu farkların hastaya önerilen sıvı kıvamlarıyla uyumsuzluk yaratabileceği değerlendirilmektedir.

Şekil 4'te sunulan bulgular, Tablo 1'de belirtilen standart kıvam arttırıcı oranlarının %10 oranında azaltılmasıyla hazırlanan sıvılara ait IDDSI şırınga testi sonuçlarını kapsamaktadır. Bu yaklaşım, baryum sülfat ilavesiyle artan kıvamın, kıvam arttırıcı dozajının azaltılması yoluyla dengeleyip dengeleyemeyeceğini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Sonuçlar, kıvam arttırıcı miktarı %10 azaltıldığında bile, baryum sülfat oranı %20 ve %30'a çıkarıldığında birçok formülasyonda şırıngada kalan sıvı hacimlerinin IDDSI kıvam seviyelerinde yükselmeye devam ettiğini göstermektedir. Örneğin, başlangıçta Seviye 1 olarak hedeflenen S1-10-B30 etiketli numunelerde,

TUC için 4.3 mL, NUC için 4.4 mL ve TUS için 3.9 mL sıvı kalmış ve bu durum sıvıların IDDSI Seviye 2 aralığına geçtiğini veya sınırına yaklaştığını ortaya koymuştur. Benzer biçimde, S2-10-B30 numunelerinde kalan sıvı hacimleri 7.8 mL (PRA) ile 8.6 mL (TUC) arasında değişmiştir. Bu değerler, bazı formülasyonların IDDSI Seviye 3 aralığına geçtiğini ve %10'luk azaltmanın her ürün için yeterli olmadığını göstermektedir. Özellikle ksantan bazlı ürünlerde baryumun viskozite artırıcı etkisi daha belirgin olmuş ve IDDSI seviye geçişlerine neden olmuştur. Seviye 3 olarak hazırlanan ve %10 azaltılmış kıvam arttırıcı içeren ürünlerde, şırıngada kalan sıvı hacimleri tüm örneklerde 8.1–9.9 mL aralığında seyretmiş ve IDDSI Seviye 3 içerisinde kalmıştır. Ancak özellikle %30 baryum içeren TUC, PRA ve TUS formülasyonlarında değerlerin 9.8–9.9 mL'ye ulaştığı görülmüş, bu da kritik eşiklere yakın sonuçlar elde edildiğini ortaya koymuştur.

Şekil 5'te, Tablo 1'de tanımlanan standart oranların %20 oranında azaltılmasıyla hazırlanan sıvıların baryum sülfat içeriğine bağlı olarak gösterdiği IDDSI şırınga testi sonuçları sunulmaktadır. Veriler, her bir formülasyonda 10 saniye sonunda şırınga içinde kalan sıvı hacimleri üzerinden değerlendirilmiştir. Seviye 1 hedefiyle hazırlanan S1-20 grubu numunelerinde, %0 baryum içeren karışımlar 1.3–1.9 mL aralığında değerler görülmüştür. %20 baryum ilavesiyle bu değerler 2.2–2.5 mL'ye, %30 baryumda ise 2.8–3.5 mL'ye yükselmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, %30 baryum içeren bazı formülasyonların sınır değerlere yaklaşmasına rağmen hâlâ Seviye 1 sınıflandırması içinde kaldığını göstermektedir. Seviye 2 hedefli olarak hazırlanan S2-20 numunelerinde, %0 baryum içeren örneklerde şırıngada kalan hacim 3.7–4.5 mL aralığında olup, bazı formülasyonların Seviye 1'e düştüğü görülmüştür. Bu bulgu, baryum içermeyen durumlarda Tablo 1'de verilen standart kıvam arttırıcı dozlarının uygulanmasının önemini vurgulamaktadır. Öte yandan, %20 ve %30 oranında baryum içeren numunelerde kalan sıvı hacimleri sırasıyla 5.6–8.1 mL ve 6.2–6.7 mL aralığına ulaşmış ve böylece tüm örnekler hedeflenen Seviye 2 sınıflamasında kalmayı başarmıştır. Özellikle TUC ve NUP gibi bazı formülasyonlarda baryumun viskozite üzerindeki etkisi daha belirgin şekilde

gözlemlenmiştir. Seviye 3 hedefli olarak hazırlanan S3-20 grubu içerisinde, %0 baryum içeren numuneler 6.4–6.5 mL sıvı kalıntısıyla Seviye 2 sınıfına düşmüştür. Buna karşılık, %30 baryum içeren örneklerde bu değer 9.0–9.3 mL'ye ulaşmış ve hedeflenen Seviye 3 kıvamı büyük ölçüde sağlanmıştır. Özellikle TUS ve NUP gibi formülasyonlar, %30 baryum varlığında 9.0 mL eşik değerini aşarak Seviye 3'ü başarıyla korumuştur. Bu bulgular, %20 oranında kıvam arttırıcı azaltımı uygulanmış olsa bile, baryum sülfat içeriğinin IDDSI kıvam seviyelerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, beş farklı ticari kıvam arttırıcı ürün (TUC, NUC, PRA, TUS, NUP) ve baryum sülfat içeriği (%0, %20, %30) ile IDDSI kıvam seviyeleri (Seviye 1–3) şeklinde ayarlanan örneklerle yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular, baryum sülfat oranının artmasıyla birlikte viskozite değerlerinde ve IDDSI şırınga testi sonuçlarında sistematik artışlar olduğunu göstermiştir. Özellikle %30 baryum içeren formülasyonlarda, başlangıçta Seviye 1 veya Seviye 2 olarak hedeflenen kıvamların, sırasıyla Seviye 2 veya Seviye 3'e geçtiği gözlemlenmiştir. Farklı ticari kıvam arttırıcıların baryum sülfata verdikleri yanıtların değişken olması, formülasyon bazlı ayarlamaların önemini vurgulamaktadır. Bu nedenle, VFSS/MBYÇ'de kullanılan baryumlu sıvıların, önerilen diyet kıvamlarına göre yeniden kalibre edilmesi ve IDDSI uyumluluğunun sağlanması için ürün bazlı değerlendirmelerin yapılması önerilmektedir. Özellikle %30 ve üzeri baryum içeren tariflerde karışımların diyet seviyesinden bir üst IDDSI seviyesine geçmesi sebebiyle pratiğe aktarım açısından, baryum eklenmiş sıvılar kullanılırken standart tarifler yerine bu çalışmada önerilen azaltım oranlarına göre ürün ve baryum konsantrasyonu bazlı yeniden formülasyon yapılmalıdır. Azaltım oranları ise TUC için %18-20, NUP için %22, PRA için %15, NUC için için %14, TUS için %20 şeklinde önerilebilmektedir.

Bu çalışma laboratuvar koşullarında yürütülmüş olup, bulgular tek merkezde elde edilen ölçümlere dayanmaktadır. Reolojik analizler ve IDDSI değerlendirmeleri gerçek hasta üzerinde

yutma fonksiyonunun ölçülmesini içermediğinden, klinik performansla doğrudan ilişkilendirilmesi sınırlıdır. Çalışmada yalnızca tek bir ticari baryum sülfat kaynağı ve sabit bir test sıcaklığı kullanılmış; farklı baryum tiplerinin, konsantrasyonlarının veya sıcaklık değişimlerinin etkileri değerlendirilmemiştir. Ayrıca karıştırma süresi, karıştırma ekipmanı ve hazırlama tekniği gibi değişkenlerin sonuçlar üzerindeki potansiyel etkileri incelenmemiştir. Klinik uygulamada önemli olabilen servis sıcaklığı, bekleme/dinlendirme süresi ve depolama koşulları çalışmanın kapsamı dışında kalmıştır. IDDSI sınıflandırması yalnızca 10 saniyelik şırınga akış testine dayalı olarak yapılmış olup, bu testin viskozite dışındaki yapısal parametreleri (kohezyon, elastisite vb.) tam olarak yansıtmadığı göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sınırlılıklar, gelecekte yapılacak çalışmalar için daha geniş kapsamlı klinik ve çok merkezli araştırmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Kaynaklar

- An, S., LAee, W., & Yoo, B. (2023). Comparison of national dysphagia diet and international dysphasia diet standardization initiative levels for thickened drinks prepared with a commercial xanthan gum-based thickener used for patients with dysphagia. *Preventive Nutrition and Food Science*, 28(1), 83–88. <https://doi.org/10.3746/pnf.2023.28.1.83>
- Barbon, C. E. A., & Steele, C. M. (2019). Characterizing the flow of thickened barium and non-barium liquid recipes using the IDDSI flow test. *Dysphagia*, 34(1), 73–79. <https://doi.org/10.1007/s00455-018-9915-6>
- Calmarza-Chueca, F., Sánchez-Gimeno, A. C., Raso-Pueyo, J., Arbones-Mainar, J. M., Caverni-Muñoz, A., Sanz-Arque, A., & Sanz-Paris, A. (2022). Rheological properties and stability of thickeners for clinical use. *Nutrients*, 14(17), 3455. <https://doi.org/10.3390/nu14173455>
- Cheng, C. H., Chen, H. C., Chen, J. Y., Chang, Y. C., & Wang, T. G. (2022). The standardizing texture of thickened barium stimuli in the videofluoroscopic swallowing study at a medical center in Taiwan. *Journal of the Formosan Medical Association*, 121(2), 563–565. <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2021.07.020>
- Cichero, J. A. Y., & Murdoch, B. E. (Eds.). (2006). *Dysphagia: Foundation, theory and practice* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Cichero, J. A. Y., Lam, P., Steele, C. M., Hanson, B., Chen, J., Dantas, R. O., Duivesteyn, J., Kayashita, J., Lecko, C., Murray, J., Pillay, M., Riquelme, L., & Stanschus, S. (2017). Development of international terminology and definitions for texture-modified foods and thickened fluids used in dysphagia management: The IDDSI framework. *Dysphagia*, 32(2), 293–314. <https://doi.org/10.1007/s00455-016-9758-y>
- Ekberg, O., Bulow, M., Ekman, S., Hall, G., Stading, M., & Wendin, K. (2009). Effect of barium sulfate contrast medium on rheology and sensory texture attributes in a model food. *Acta Radiologica*, 50(2), 131–138. <https://doi.org/10.1080/02841850802555638>
- Gallardo, V., Zurita, L., Ontiveros, A., & Durán, J. D. G. (2000). Interfacial properties of barium sulfate suspensions: Implications in their stability. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 89(9), 1134–1142. [https://doi.org/10.1002/1520-6017\(200009\)89:9<1134::AID-JPS5>3.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/1520-6017(200009)89:9<1134::AID-JPS5>3.0.CO;2-D)
- Kongjaroen, A., Methacanon, P., & Gamonpilas, C. (2023). Effects of barium sulfate on rheological properties and IDDSI flow consistency of liquid stimuli prepared using commercial thickening powders. *Journal of Texture Studies*, 54(4), e12784. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12784>

- Koçak, A. N., Bengisu, S., & Altun, M. B. (2022). Dil ve konuşma terapistlerinin yatak başı yutma değerlendirmesine yönelik bilgilerinin incelenmesi. *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi*, 11(2), 184–195. <https://doi.org/10.46971/ausbid.1111230>
- Kumai, Y., Suzuki, I., Tousen, Y., Kondo, T., Kayashita, J., Chiba, T., ... & Takebayashi, J. (2022). Reliability in viscosity measurement of thickening agents for dysphagia management: Are results obtained by cone-and-plate rheometers reproducible between laboratories? *Journal of Texture Studies*, 53(2), 315–322. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12672>
- Logemann, J. A. (1998). *Evaluation and treatment of swallowing disorders* (2nd ed.). Pro-Ed. <https://doi.org/10.1097/00020840-199812000-00008>
- Marik, P. E., & Kaplan, D. (2003). Aspiration pneumonia and dysphagia in the elderly. *Chest*, 124(1), 328–336. <https://doi.org/10.1378/chest.124.1.328>
- Martin-Harris, B., Brodsky, M. B., Michel, Y., Castell, D. O., Schleicher, M., Sandidge, J., Maxwell, R., & Blair, J. (2008). MBS measurement tool for swallow impairment-MBSImp: Establishing a standard. *Dysphagia*, 23(4), 392–405. <https://doi.org/10.1007/s00455-008-9185-9>
- Methacanon, P., Gamonpilas, C., Kongjaroen, A., & Buathongjan, C. (2021). Food polysaccharides and roles of rheology and tribology in rational design of thickened liquids for oropharyngeal dysphagia: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(4), 4101–4119. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12791>
- Min, Y.-K., Baek, S., Kang, E. K., & Nam, S. (2020). Characteristics of patients with esophageal dysphagia assessed by chest X-ray imaging after videofluoroscopic swallowing study. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 44(1), 38–47. <https://doi.org/10.5535/arm.2020.44.1.38>
- Muthukumar, B. S., KR, R., & Anandan, H. (2018). Evaluation of patients with swallowing difficulties by modified barium swallow. *International Journal of Contemporary Medical Research*, 5(11), 1–4. <https://doi.org/10.21276/ijcmr.2018.5.11.3>
- Nishinari, K., Turcanu, M., Nakauma, M., & Fang, Y. (2019). Role of fluid cohesiveness in safe swallowing. *NPJ Science of Food*, 3(1), 15. <https://doi.org/10.1038/s41538-019-0038-8>
- Nyström, M., Qazi, W. M., Bülow, M., Ekberg, O., & Stading, M. (2015). Effects of rheological factors on perceived ease of swallowing. *Applied Rheology*, 25(6), 1–9. <https://doi.org/10.3933/AppIRheol-25-63876>
- Ould Eleya, M. M., & Gunasekaran, S. (2007). Rheology of barium sulfate suspensions and pre-thickened beverages used in diagnosis and treatment of dysphagia. *Applied Rheology*, 17(3), 33137-1–33137-8. <https://doi.org/10.1515/arh-2007-0008>

- Park, J., & Yoo, B. (2021). Rheological properties of thickened barium liquids prepared with xanthan gum-based thickener and barium powder used in the diagnosis of dysphagia: Effect of thickener concentration and serving temperature. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(4), e15234. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15234>
- Park, J., Yoo, W., & Yoo, B. (2019). Standard recipes for the preparation of thickened barium liquids used in the diagnosis of dysphagia. *Clinical Nutrition Research*, 8(4), 265–273. <https://doi.org/10.7762/cnr.2019.8.4.265>
- Popa Nita, S., Murith, M., Chisholm, H., & Engmann, J. (2013). Matching the rheological properties of videofluoroscopic contrast agents and thickened liquid prescriptions. *Dysphagia*, 28(2), 245–252. <https://doi.org/10.1007/s00455-012-9441-x>
- Sireci, S. (2021). Clinical utility of barium sulfate products: Formulation determines appropriate use. *Applied Radiology*, 50(4), 1–7. Retrieved from <https://appliedradiology.com/articles/clinical-utility-of-barium-sulfate-products-formulation-determines-appropriate-use>
- Steele, C. M., Molfenter, S. M., Péladeau-Pigeon, M., & Stokely, S. (2013). Challenges in preparing contrast media for videofluoroscopy. *Dysphagia*, 28(3), 464–467. <https://doi.org/10.1007/s00455-013-9476-7>

Maddi Destek ve Teşekkür: Bu çalışma, TÜBİTAK TEYDEB tarafından desteklenen “Yutma Güçlüğü Çeken Disfaji Hastaları İçin Jel Formda Kıvam Vericilerin Üretilmesi” başlıklı 2230023 numaralı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Sağladığı maddi destek için Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu’na (TÜBİTAK) teşekkür ederiz. Bu yayında yer alan içerik yalnızca yazarların sorumluluğundadır ve TÜBİTAK’ın görüşlerini yansıtmamaktadır. **Funding and Acknowledgments:** This study was carried out within the scope of Project No. 2230023 entitled “Production of Gel-Based Thickening Agents for Patients With Dysphagia Experiencing Swallowing Difficulties,” which was supported by TÜBİTAK TEYDEB. The authors gratefully acknowledge the Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TÜBİTAK) for its financial support. The content of this publication is solely the responsibility of the authors and does not necessarily reflect the views of TÜBİTAK.

Yazar Katkıları: **Behiç Mert:** Fikir/Kavram, Tasarım/Yöntem, Danışmanlık/Denetleme, Veri Toplama ve/veya İşleme, Analiz/Yorum, Literatür Taraması, Makale Yazımı, Kaynak ve Fon Sağlama. **Selen Serel Arslan:** Fikir/Kavram, Literatür Taraması, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme, **Numan Demir:** Fikir/Kavram, Literatür Taraması, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme. **Tuncay Yılmaz:** Fikir/Kavram, Tasarım/Yöntem, Danışmanlık/Denetleme, Veri Toplama ve/veya İşleme, Analiz/Yorum, Literatür Taraması, Makale Yazımı, Kaynak ve Fon Sağlama. **Author Contributions:** **Behiç Mert:** Conceptualization, Design/Methodology, Supervision, Data Collection and/or Processing, Analysis/Interpretation, Literature Review, Manuscript Writing, Funding and Resource Acquisition. **Selen Serel Arslan:** Conceptualization, Literature Review, Manuscript Writing, Critical Review. **Numan Demir:** Conceptualization, Literature Review, Manuscript Writing, Critical Review. **Tuncay Yılmaz:** Conceptualization, Design/Methodology, Supervision, Data Collection and/or Processing, Analysis/Interpretation, Literature Review, Manuscript Writing, Funding and Resource Acquisition.

Çıkar Çatışması: Yazar makalenin hazırlanması ve basımı esnasında hiçbir kimse veya kurum ile çıkar çatışması içinde olmadığını beyan etmiştir. **Conflict of Interest:** The author has declared that no conflict of interest existed with any parties at the time of publication.