

2. ARITMA ÇAMURU MİKTARLARININ BELİRLENMESİ (İP 2)

2.1. Giriş

Bu iş paketinde, İP 1'deki anket bilgileri kullanılarak proje ekibi tarafından MS-EXCEL programına girilen hesap yöntemi doğrultusunda, ülkemizde bulunan evsel/kentsel AAT'lerde oluşan toplam çamur miktarları ile kişi başına oluşan çamur miktarları bölgesel bazda ve Türkiye genelinde belirlenmiş, elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

AAT'lerin çamur miktarının belirlenmesinde kullanılan hesaplama yöntemi bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Raporlamada, her bir tesis için hesaplanan çamur miktarları tesislerin beyan ettikleri çamur miktarları ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Çalışmada hesaplanan çamur miktarlarının gerçek değerlere yakınlığı öncelikle tesislerden alınan anketlerdeki atıksu karakterizasyonunun, atıksu debisinin, arıtma prosesinin ve işletme bilgilerinin güvenilirliğine, sonrasında çamur bertaraf yönteminin ve miktarlarının doğru beyan edilmesine bağlı olarak farklılık göstermiştir. Bu nedenle İP1 çalışmalarına paralel olarak çamur hesapları için de tesisler ile birçok kez iletişime geçilerek ve yerinde yapılan ziyaretlerle doğru bilgiye ulaşılmaya çalışılmıştır.

Gerek tesisler ile yapılan görüşmelerde gerekse saha ziyaretlerinde birçok tesiste düzenli veri tutulmadığı, işletmeye ait sağlıklı bir raporlamanın olmadığı ve hatta birçok tesisin düzgün işletilemediği görülmüştür. Özellikle küçük tesislerde işletmeden sorumlu ve bilgi sahibi görevlilerin bulunmaması da bu tesislerden çok sağlıklı bilgi alınmasını zorlaştırmıştır. Biyolojik proseslerin uygun çamur yaşlarında çalıştırılmamaları ve atılan çamurun miktarının bilinmiyor/hesaplanamıyor olması tesisler tarafından beyan edilen çamur miktarlarının doğru hesaplanamamasına yol açmaktadır. Ayrıca, uzaklaştırılan çamurun katı madde konsantrasyonunun tesisler tarafından raporlanmaması da hesaplanan çamur miktarlarının tesisler tarafından beyan edilen miktarlar ile karşılaştırılmasını zorlaştırmaktadır.

Hesaplanan değerler, genellikle anket verilerinden yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni, çamur miktarı ile ilgili bilgi vermeyen veya anket doldurulmayan tesislerde oluşan çamur miktarının hesaplama yöntemiyle elde edilmiş olması, ayrıca benzer şekilde işletme problemleri nedeniyle çamur oluşmayan veya çamur miktarı beklenenden az olan tesislerin de hesaplama yöntemiyle potansiyel olarak ortaya konmuş olmasıdır.

Atıksu arıtma tesislerinden alınan anket verileri ile hesaplanan çamur miktarları arasındaki farkların temel sebepleri aşağıda özetlenmektedir:

- Küçük ölçekli atıksu arıtma tesislerinde veri toplama ve değerlendirme işlemi genellikle sağlıklı olarak gerçekleştirilmemektedir. Büyük tesislerde ya da halen Su ve Kanalizasyon İdarelerinin sorumluluğunda veya özelleştirilerek işletilen tesislerde çamur üretimi ile ilgili daha sağlıklı bilgiler elde edilmiştir.
- Atıksu arıtma tesisi giriş/çıkış atıksu karakterizasyonu yıllık ortalamayı yansıtır nitelikte olmadığından, tesisler için kütle dengesi yapılamamaktadır. Dolayısı ile işletilen sistemlerin çamur yaşının belirlenmesinde zorluklar ortaya çıkmaktadır.
- Atıksu arıtma tesislerinde atıksu karakterizasyonu bilgilerindeki eksikliklerin yanı sıra arıtma tesisi giriş debilerinde ölçümlerin (sağlıklı) olmaması gibi problemler çamur miktarı hesaplamalarının yapılmasını zorlaştırmaktadır. Proje kapsamında, bu bilgilerin tesis işletmesi tarafından doğru beyan edildiği kabul edilmiştir.
- Tesisten fazla çamurun uzaklaştırılması işleminde çamurun vidanjörlerle uzaklaştırılması, çamurun bekletilerek uzaklaştırılması, haftalık olarak belirli sürelerde çamur atılması vb. sebepler gerçek çamur oluşumu ile ilgili güvenilir verilerin toplanmasında problem yaratmaktadır. Bu çalışma kapsamında tesis yetkilileri ile yapılan görüşmeler ve tesis ziyaretleri ile gerçekte çamur miktarının belirlenmesinde karşılaşılan zorlukların en az seviyeye indirilmesine çalışılmıştır.
- Özellikle güneydeki (turistik) bölgelerde yaz ve kış nüfusları farklılık göstermekte olup, anket bilgileri ve hesaplama yıllık ortalamayı yansıtmamaktadır. Benzer şekilde atıksu karakterizasyonu, işletme bilgileri ve üretilen çamur miktarı ve özelliklerine ilişkin bilgilerin tesis işletmesi tarafından düzenli olarak kayıt altında tutulması gerekmektedir.
- Tesis ziyaretleri sırasında bazı atıksu arıtma tesislerinde tespit edilen işletme problemlerinden (blower'in çalıştırılmaması vb.) dolayı çamur oluşumunun gerçekleşmediği gözlemlenmiştir.
- Tesis ziyaretleri sırasında, bazı tesislerde tesis işletmecilerinin tecrübelerine bağlı olarak prosesin tasarlandığı halinden farklı işletme koşullarında çalıştırıldığı da tespit edilmiştir. Bu durum prosese göre oluşan çamur miktarlarının verildiği grafiklerde anket beyanı ve hesaplanan değerler arasında farklılıkların gözlenmesine neden olmaktadır.
- Tesis işletmesi tarafından çamur pompası vb. kapasitesinin bilinmemesi ve çamur debisi ölçümünün yapılmaması çamur miktarlarının belirlenmesini zorlaştırmıştır.
- Kullanılan yöntemler ve hesap parametreleri (örneğin çamur yaşı) klasik aktif çamur sistemleri ve modifikasyonları için geliştirilmiştir. Bu nedenle örneğin damlatmalı filtre gibi

kısmen farklı çamur oluşum mekanizması bulunan az sayıdaki sistemde hesaplanan değerler ve beyan edilen değerler farklı olmuştur.

- Atıksu arıtma tesislerinin tasarımında ülkemizde genellikle yurtdışı kaynaklı tasarım standartları tercih edilmektedir. Atıksu arıtma tesisleri incelendiğinde aktif çamur sistemleri için özellikle Alman Standardı (ATV-131) kullanılmaktadır. Öte yandan, tesislerin optimum tasarımı ve işletilmesi için bu standartların ülkemiz koşulları ile uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir (Insel ve diğ., 2011; 2012). Ancak, ülkemizdeki halihazırdaki tesislerin çoğunluğunun bu standartlar ile tasarlanmış olması nedeni ile Alman standardı (ATV-131) mevcut haliyle kullanılmıştır. Projede, yurtdışındaki koşulları yansıtan çamur miktarının hesaplama yönteminin kullanılmasından dolayı da anket verileri ile hesaplanan çamur miktarları arasında bir fark oluşmaktadır.

Yukarıda belirtilen hususlar göz önüne alınarak Türkiye geneli değerlendirme, hem biyolojik arıtma yapan tüm tesisler hem de bölgesel bazda seçilmiş tesisler üzerinden yapılmıştır. Biyolojik arıtma yapan mevcut 201 adet tesisin 10 adetinde çamur üretiminin olmadığı ya da yeni işletmeye alındığı rapor edildiğinden IP 2’de değerlendirmeler 191 adet tesis üzerinden yapılmıştır. Tesis seçiminde, beyan edilen çamur miktarları ile hesaplanan çamur miktarları arasındaki hata oranının [%hata oranı = (beyan edilen çamur miktarı – hesaplanan çamur miktarı)/(beyan edilen çamur miktarı)*100] \pm %40 olmasına ve beyan edilen işletme prosesi (Uzun Havalandırmalı Aktif Çamur (UHAÇ), Klasik Aktif Çamur, (KAÇ)) ile beyan edilen çamur yaşlarının uyumlu olmasına dikkat edilmiştir. Buna göre proses türlerine göre toplam çamur yaşlarının kontrolünde, KAÇ sistemleri için çamur yaşının 20 günün altında olması, UHAÇ sistemleri için ise çamur yaşının 20 gün ve üzerinde olması esas alınmıştır (Metcalf ve Eddy, 2003). Değerlendirme için seçilen tesisler EK F-I’deki listede ayrıca belirtilmiştir.

2.2. Çamur Üretimine Ait Hesaplama Yöntemi

Proje kapsamında, AAT’lerinden kaynaklanan çamur miktarlarının hesaplanmasında kullanılmak üzere ön çökeltim, biyolojik arıtma ünitesi, anaerobik veya aerobik çamur çürütme sistemi, çamur yoğunlaştırma ve susuzlaştırma ünitelerinden oluşan atıksu arıtma tesisleri için bir yöntem oluşturulmuştur. Buna göre, tesiste çeşitli aşamalarda oluşan çamur miktarının, arıtma tesisinin farklı konfigürasyonlarında belirlenmesine imkan sağlayan bir hesaplama yöntemi, MS-Excel programında hazırlanmıştır. Kullanılan MS-Excel programı EK F-II’de verilmiştir. Hesaplama yönteminde kentsel ve evsel atıksu arıtma tesisi için konvansiyonel atıksu karakterizasyonu ile birlikte Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) fraksiyonlarına dayalı giriş atıksu karakterizasyonu kullanılmıştır. Hesap ile elde edilen toplam çamur miktarı ile birlikte

kişi başına oluşan çamur miktarları anketlerden elde edilen gerçek değerlerle karşılaştırılmıştır. Atıksu arıtma tesisinin giriş atıksu özellikleri ile birlikte her bir ünitesinden çıkan çamur miktarının hesaplanmasındaki yaklaşım aşağıda özetlenmektedir.

Giriş atıksu karakterizasyonu: Günlük oluşan çamur miktarının hesaplanmasında Ortalama Debi (Q_{ort}), Askıda Katı Madde (AKM), Uçucu Askıda Katı Madde (UAKM), Çözünmüş KOİ (S_{KOI}), İnert Çözünmüş KOİ (S_I), İnert Partiküler KOİ (X_I), Kolay Ayrışan KOİ (S_S), Yavaş Ayrışan KOİ (X_S), Biyolojik Olarak Ayrışabilen KOİ (C_S), Toplam KOİ (KOI_{top}), 5 günlük Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI_5), Toplam Kjeldahl Azotu (TKN) parametrelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Hazırlanan program bu fraksiyonların mevcut olmaması durumunda, genel evsel/kentsel atıksu özelliklerini dikkate alarak bir kabul yapmaktadır.

Ön çökeltim ünitesi: Ön çökeltim ünitesi olan kentsel ve evsel atıksu arıtma tesislerinden oluşan ön çökeltim çamuru miktarı, çökeltim verimine bağlı olarak hesaplanmaktadır. AKM giderimine paralel olarak atıksudan X_I ve X_S giderimi sağlanmaktadır. Çözünmüş formdaki organik maddede herhangi bir değişiklik olmamaktadır. Oluşan çamur miktarı günlük katı madde yükü ve çamur debisi olarak hesaplanabilmektedir.

Aktif çamur ünitesi: Aktif çamur ünitesinde üretilen biyolojik çamurun hesaplanmasında DVWK-ATV131 (2000) standardı kullanılmıştır. Bu standart, proses hesabında BOI_5 ve KOİ bazlı atıksu karakterizasyonunu kullanabilmektedir. Proje kapsamında yapılan hesaplarda günümüzde yaygınlaşan KOİ bazlı atıksu karakterizasyonu kullanılmıştır. Çamur oluşumu ve oksijen kullanımının hesaplanmasında kullanılan formüller aşağıda tanımlanmaktadır. Tüm formüller ve varsayımlar aksi referans verilerek belirtilmediği takdirde DVWK-ATV131 (2000) standardından alınmıştır. Buna göre kentsel/evsel atıksu arıtma tesisinin çıkışında arıtılmayan inert çözünmüş KOİ (S_I) miktarı biyolojik arıtma giriş atıksu KOİ (C_{KOI})'sinin %5'i olarak kabul edilmektedir (Denklem 1).

$$S_I = 0,05 \cdot C_{KOI} \quad (1)$$

Aktif çamur ünitesine girişte, atıksu kum-silt gibi KOİ vermeyen inert maddeler içerdiğinden bu maddeler giriş atıksuyu askıda katı madde parametresinin (X_{SS}) bir fraksiyonu (B) olarak ifade edilmektedir (Denklem 2). "B" parametresi, tesiste ön çökeltim ünitesinin bulunması durumunda 0,20; bulunmaması durumunda ise 0,30 olarak alınmaktadır.

$$X_I = B \cdot X_{SS} \quad (2)$$

Buna göre atıksu arıtma tesisine giren partiküler KOİ ($X_{KOİ}$), Denklem 3 yardımıyla hesaplanabilir. Denklemde kullanılan 1,45 değeri askıda katı madde ile KOİ arasındaki dönüşüm katsayısıdır.

$$X_{KOİ} = 1,45 \cdot (1 - B) \cdot X_{SS} \quad (3)$$

Atıksudaki çözünmüş KOİ ($S_{KOİ}$) konsantrasyonu ise, giriş atıksu KOİ'si ($C_{KOİ}$) ile partiküler KOİ ($X_{KOİ}$) arasındaki fark olduğundan;

$$S_{KOİ} = (S_S + S_I) = C_{KOİ} - 1,45 \cdot (1 - B) \cdot X_{SS} \quad (4)$$

formülü ile hesaplanabilmektedir. Buna göre giriş atıksuyunda kolay ayrışabilen KOİ (S_S) konsantrasyonu ise çözünmüş KOİ ile çıkıştaki inert KOİ (S_I) arasındaki farktan ibarettir (Denklem 5).

$$S_S = S_{KOİ} - S_I \quad (5)$$

Benzer şekilde partiküler KOİ ($X_{KOİ}$) yavaş ayrışabilen KOİ (X_S) ile partiküler inert KOİ ($X_{IKOİ}$) fraksiyonlarından oluşmaktadır. ATV-131 standardında partiküler inert KOİ konsantrasyonunun giriş partiküler KOİ ($X_{KOİ}$)'nin yaklaşık %25 fraksiyonu olacak şekilde hesaplanmaktadır.

$$X_{KOİ} = X_S + X_{IKOİ} \quad (6)$$

$$X_{KOİ} = X_S + 0,25 \cdot X_{KOİ} \quad (7)$$

Aktif çamurda organik madde giderimi sonucunda oluşacak biyolojik çamur aşağıdaki denklem yardımıyla bulunabilmektedir:

$$X_{KOİ, BM} = \frac{Y_{gözH}}{1 + b \cdot F_T \cdot SRT} (X_S + S_S) \quad (8)$$

Denklemde;

$Y_{gözH}$: Gözlenen heterotrofik dönüşüm oranını (0,67 g hücre KOİ/ g KOİ)

b : İçsel solunum hızını (15 °C için 0,17 gün⁻¹)

F_T : Sıcaklık düzeltme faktörünü (1,072)^{T-15}

SRT : Tesisin toplam çamur yaşını (gün) göstermektedir.

Biyokütle çoğalma prosesi yanında ölüm prosesine de maruz kalacağından, bakterinin parçalanması sonucunda oluşan inert mikrobiyal ürünlerin (X_P) biyokütlenin %20'si olacağı kabul edilmekte olup bu fraksiyon Denklem 9 yardımıyla hesaplanabilmektedir.

$$X_P = 0,20 [b F_T (SRT)] X_{KOI, BM} \quad (9)$$

Sistemden günlük atılması gereken toplam biyolojik çamur miktarı ($X_{WAS-KOI}$) ise inert partiküler KOİ (X_{I-KOI}), biyokütle KOİ ($X_{KOI, BM}$) ve inert mikrobiyal ürünlerin (X_P) toplanması ile hesaplanmaktadır (Denklem 10).

$$X_{WAS-KOI} = X_{I-KOI} + X_{KOI, BM} + X_P \quad (10)$$

Sonuçta sistemden atılması gereken kuru madde bazında çamur miktarı Denklem 11 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$P_{x, kg/d} = Q \cdot \left[\frac{\frac{X_{WAS-KOI}}{(0,8 \cdot 1,45)} + X_I}{1000} \right] \quad (11)$$

Atıksu arıtma tesisinden atılan yaş çamur miktarı (W) ise oluşan katı madde miktarının çamurun %KM muhtevasına bölünmesi ile hesaplanmaktadır. Denklem 12'de %KM, çamurun katı madde içeriğini ifade etmektedir.

$$W (kg / gün) = \left[\frac{P_{x, kg/d}}{\% KM} \right] \quad (12)$$

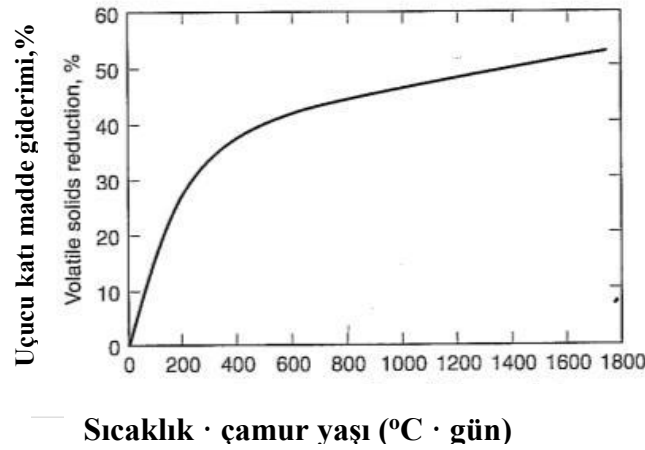
Çamur yoğunlaştırma ünitesi: Hazırlanan hesaplama yöntemi ile atıksu arıtma tesisindeki duruma göre ön çökeltim çamuru ve biyolojik çamurlarının ayrı ayrı ve birleştirilerek yoğunlaştırılması sonucunda oluşan çamur debisi de hesaplanabilmektedir. Yukarıda açıklandığı şekilde yoğunlaştırılmış çamur debisinin hesaplanması ise kg katı madde/gün olarak hesaplanan çamurun, yoğunlaşmış çamur fraksiyonuna (%) bölünmesi ile elde edilmektedir.

Anaerobik ve aerobik çamur stabilizasyonu ünitesi: Yoğunlaştırılan çamur, anaerobik veya aerobik stabilizasyon işlemine tabi tutulması sonucunda kütle kaybetmektedir. Stabilizasyon işleminden çıkan çamur miktarı ise anaerobik ve aerobik stabilizasyon prosesleri için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Buna göre her iki stabilizasyon işlemi için AKM giderimleri Metcalf ve Eddy (2003)'de önerilen sıcaklık ve çamur yaşına bağlı formüller kullanılarak hesaplanmıştır. Buna göre mezofilik anaerobik çamur çürütme işlemi sonucunda UAKM giderimi Denklem 13'de

verilen ampirik ifade kullanılarak hesaplanmıştır. Aerobik stabilizasyon ise Şekil 2.1’de verilen grafik kullanılarak hesaplanmıştır. Denklemde SRT, çamur yaşını ifade etmektedir.

$$\%UAKM \text{ giderimi} = 13,7 \cdot \ln(SRT) + 18,9 \quad (13)$$

Yukarıda açıklanan hesaplar, atıksu arıtma tesisinde bu prosesle ilgili herhangi bir verinin olmaması durumunda bir yaklaşımda bulunmak amacı ile hazırlanmıştır. Çamur stabilizasyonu sonucunda oluşan çamur miktarları ve UAKM giderim verimlerinin tesis verilerinde bulunması durumunda hesaplama yönteminde gerçek veriler kullanılmıştır.



Şekil 2.1: Aerobik çamur stabilizasyonu için sıcaklık-çamur yaşı giderim verimi ilişkisi (Metcalf ve Eddy (2003))

Çamur susuzlaştırma ünitesi: Stabilizasyon işlemi sonrası veya doğrudan susuzlaştırma işlemi sonucunda oluşan kuru ve yaş çamur miktarı hesaplanmıştır. Çamur susuzlaştırmada kullanılan farklı teknolojiler ile yaş çamurda değişik katı madde oranları elde edilebilmektedir. Susuzlaştırılmış çamur miktarı (ton/gün), oluşan katı miktarının susuzlaştırılmış çamurun katı madde içeriğine (%) bölünmesi ile elde edilmektedir. Buna göre oluşan susuzlaştırılmış çamur (çamur keki) miktarı Denklem 14 kullanılarak hesaplanmıştır. Bu denklemde çamur özgül kütlesi 1.0 olarak dikkate alınmıştır (Metcalf ve Eddy (2003)).

$$PA(\text{ton} / \text{gün}) = \left[\frac{P_{x,kg/d}}{\% KM \cdot 1000} \right] \quad (14)$$

Birim çamur oluşumu: Atıksu arıtma prosesinden kaynaklanan toplam çamur miktarı, birim atıksu debisi için oluşan çamur miktarı ve kişi başına oluşan çamur miktarı olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler anketlerden elde edilen veriler ile karşılaştırılmıştır.

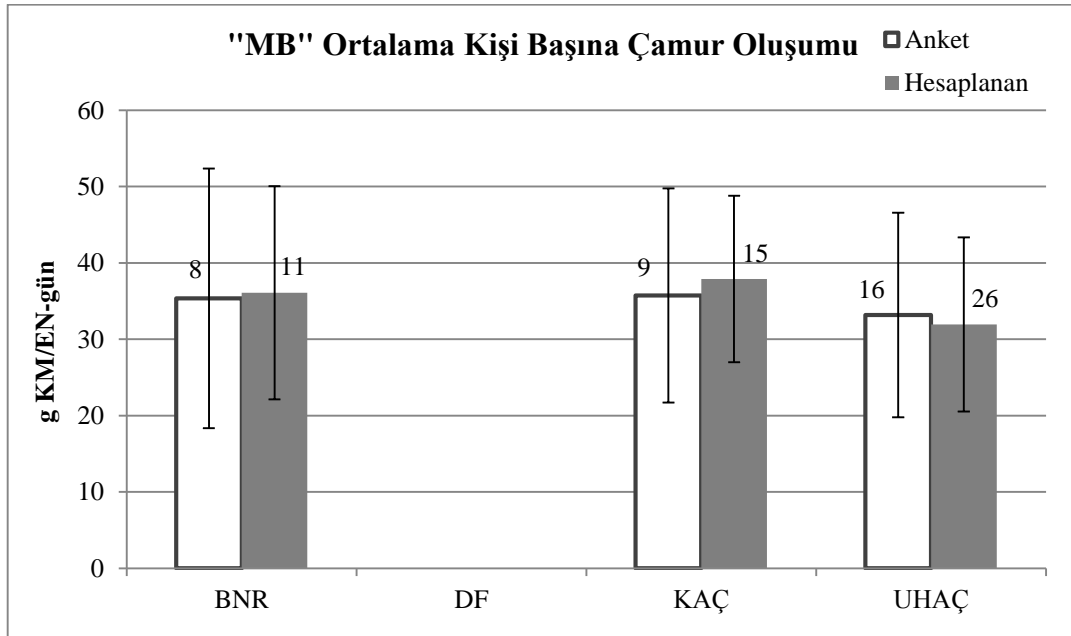
2.3. Çamur Miktarlarının Değerlendirilmesi

2.3.1. Bölgesel Bazda Değerlendirme

Çamur miktarlarının hesaplanmasında birim olarak kuru madde (KM) içeriği esas alınmış ve anket çalışmaları sonuçları ile karşılaştırma yapılmıştır. Bunun sebebi atıksu arıtma tesislerinde çamur susuzlaştırma teknolojilerinin farklı olması ve bu teknolojiler aynı olsa bile tesisten tesise farklı koşullarda işletilmesidir. Ayrıca tesislerdeki susuzlaştırma işlemi, teknolojilerin yenilenmesi ile zamanla değiştirilebilmekte ve bu da çamurdaki katı madde içeriklerinin değişmesine neden olmaktadır.

Uzaklaştırılan çamur miktarının çok az olması nedeniyle Stabilizasyon Havuzlarına ve Yapak Sulak Alanlara ait hesaplamalar ortalamalara dahil edilmemiştir.

Marmara Bölgesi'nde (MB) farklı arıtma teknolojilerine göre kişi başına oluşan ortalama çamur miktarlarına ait anket ve hesap bilgileri Şekil 2.2'de verilmektedir. Bar diyagramlarının üzerindeki rakamlar tesis sayılarını ifade etmektedir. Tesislerden geri dönen anketlerden Biyolojik Nutrient Giderimi (BNR), Damlatmalı Filtre (DF), Klasik Aktif Çamur (KAÇ), ve Uzun Havalı Aktif Çamur (UHAÇ) sistemlerine ait kişi başına ortalama çamur miktarları, hesaplanan çamur miktarları ile karşılaştırılmıştır.

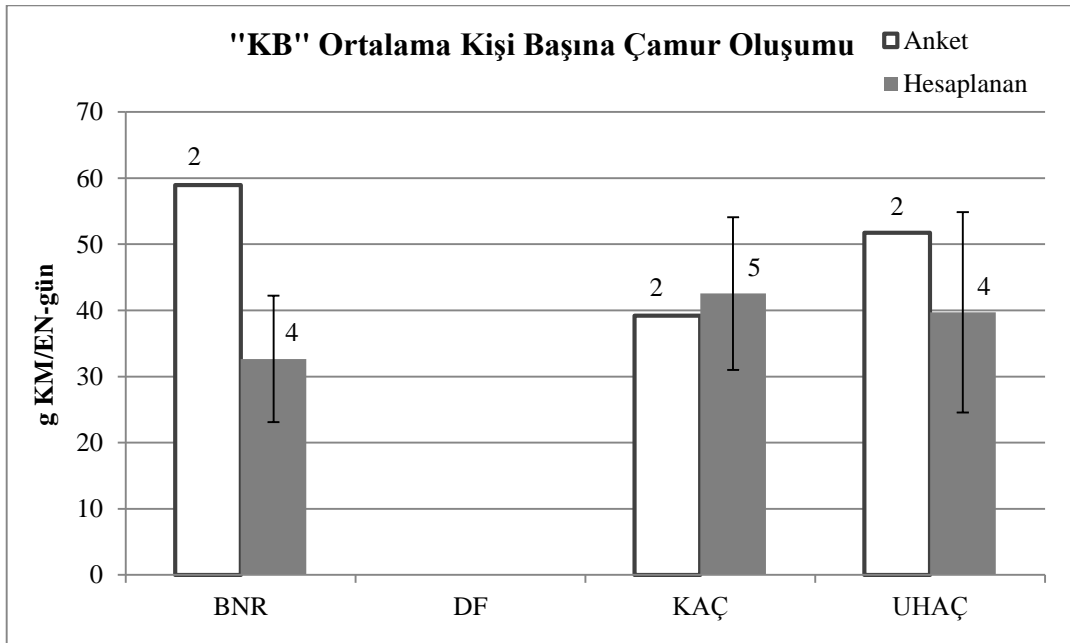


Şekil 2.2: MB için Kişi Başına Oluşan Ortalama Çamur Miktarı

Marmara Bölgesi (MB)'nde anket verisi olarak KAÇ sistemine ait kişi başına çamur oluşumu 36 ± 14 g KM/EN.gün olarak elde edilmiştir. Öte yandan, hesaplama elde edilen çamur miktarları ise KAÇ sistemi için 38 ± 11 gKM/EN.gün olarak bulunmuştur. UHAÇ sistemi için ise

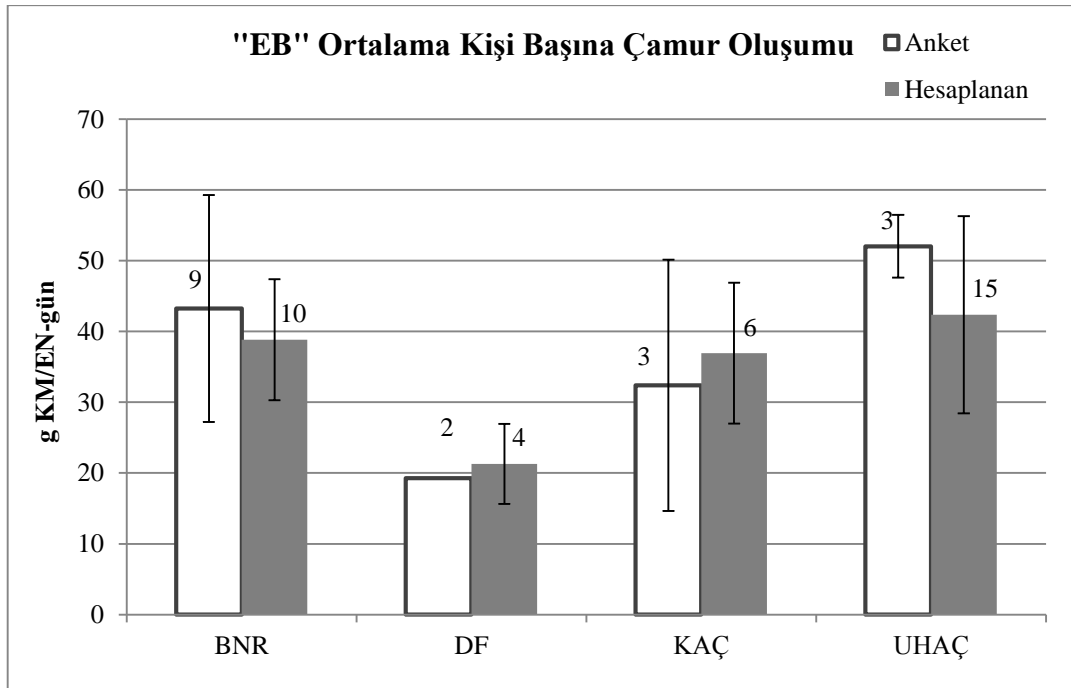
anketlerden elde edilen ve hesaplanan çamur miktarları sırası ile 33 ± 13 gKM/EN.gün ve 32 ± 11 gKM/EN.gün olarak belirlenmiştir. Biyolojik nütrient gideren (BNR) sistemlerde ise anket ve hesaplanan çamur miktarları sırası ile 35 ± 17 gKM/EN.gün ve 36 ± 14 gKM/EN.gün olarak rapor edilmektedir. MB'de 1 adet Biyodisk sistemi mevcut olup, bu tesiste çamur miktarı beyan edilmemiştir. Oluşan çamur miktarı ise hesapla 41 gKM/EN.gün olarak bulunmuştur. Anket ve hesaplanan değerler dikkate alındığında hesaplanan çamur verileri %95 güven seviyesinde anketlerle uyumlu çıkmaktadır.

Karadeniz Bölgesi (KB)'ne ait tesis verileri incelendiğinde KAÇ sistemine ait kişi başına ortalama çamur oluşumu 39 ± 5 gKM/EN.gün olarak belirlenmiştir (Şekil 2.3). Hesapla elde edilen çamur miktarları ise KAÇ sistemi için 43 ± 12 gKM/EN.gün olarak bulunmuştur. UHAÇ sistemi için ise anketlerden elde edilen ve hesaplanan çamur miktarları sırası ile 52 gKM/EN.gün ve 40 ± 15 gKM/EN.gün olarak rapor edilmektedir. Teorik olarak KAÇ sisteminden çok daha az çamur çıkarması beklenen UHAÇ sisteminin anket sonuçlarında daha çok çamur oluştuğu görülmektedir. Bunun, UHAÇ prosesinin bölge tesislerinde düzgün çalıştırılmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. BNR sistemlerinde ise anketlerden elde edilen ve hesaplanan çamur miktarları sırası ile 59 gKM/EN.gün ve 33 ± 10 gKM/EN.gün olarak rapor edilmektedir. KB ile MB'nin BNR sistemi ile ilgili hesapları karşılaştırıldığında ortalama 33 gKM/EN.gün çamur oluşturması beklenen KB'de anketlerde bu değer $1,8$ katı rapor edilmiştir. Özellikle küçük ölçekli tesisler için anketlerde tesis işletmelerinin verdiği değerlerin gerçekleri yansıtmadığı düşünülmüştür.



Şekil 2.3: KB için Kişi Başına Oluşan Ortalama Çamur Miktarı

Şekil 2.4’de Ege Bölgesi (EB)’nde KAÇ, UHAÇ, BNR, ve DF sistemleri için anket ve hesaplanan çamur değerleri karşılaştırılmaktadır. Şekilde özetlendiği gibi anket verisi olarak KAÇ sistemine ait kişi başına çamur oluşumu 32 ± 18 gKM/EN.gün olarak elde edilmiş olup, hesapla elde edilen çamur miktarları 37 ± 10 gKM/EN.gün olarak bulunmuştur. UHAÇ sistemi için ise anket ve hesaplanan çamur miktarları sırası ile 52 ± 4 gKM/EN.gün ve 42 ± 14 gKM/EN.gün olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, Ege Bölgesi’nde KAÇ prosesine sahip olan tesisler incelendiğinde, bu tesislerde aerobik veya anaerobik stabilizasyon ünitelerinin var olduğu ve stabilizasyon sonrası KAÇ sistemlerinin UHAÇ sistemleri ne göre daha az çamur üretimine neden olduğu yapılan hesaplamalardan anlaşılmaktadır. Biyolojik nütrient gideren (BNR) sistemlerde ise anket ve hesaplanan çamur miktarları sırası ile 43 ± 16 gKM/EN.gün ve 39 ± 9 gKM/EN.gün olarak rapor edilmektedir. DF sistemi için anket ve hesaplanan çamur miktarları sırası ile 19 gKM/EN.gün ve 21 ± 6 gKM/EN.gün olarak bulunmuştur. Ayrıca EB’de 1 adet Biyodisk sistemi mevcut olup, bu tesiste çamur miktarı beyan edilmemiştir. Oluşan çamur miktarı 26 gKM/EN.gün olarak hesaplanmıştır. Tüm tesisler için hesaplanan çamur verileri anket verileri ile karşılaştırıldığında %95 güven seviyesinde tutarlı çıkmaktadır.

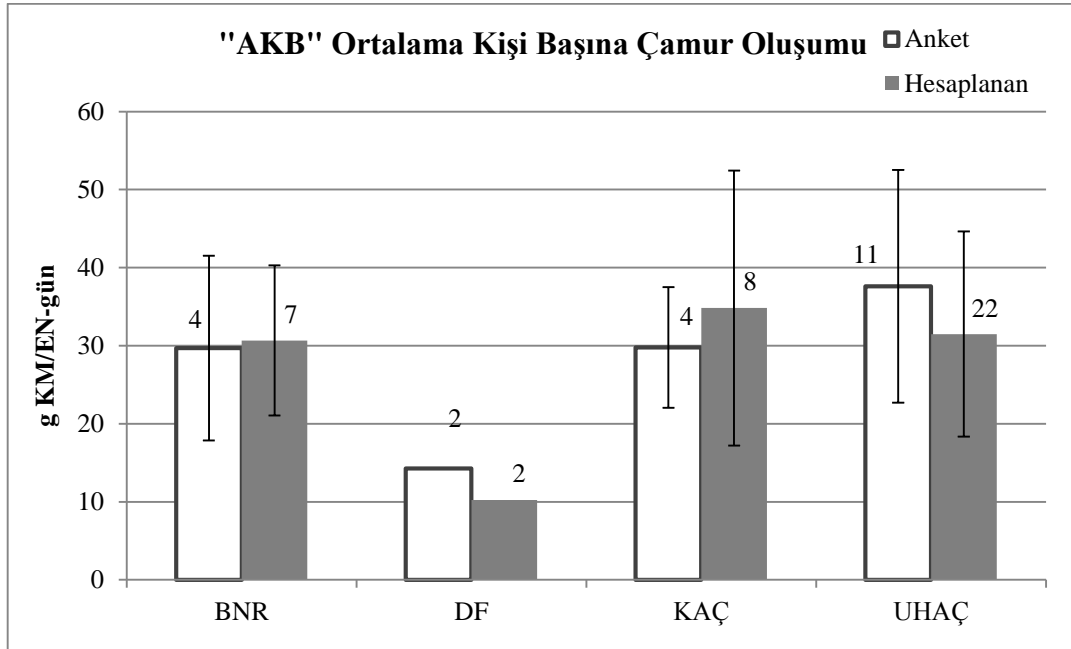


Şekil 2.4: EB Kişi Başına Oluşan Ortalama Çamur Miktarı

Şekil 2.5’de Akdeniz Bölgesi (AKB) için KAÇ, UHAÇ, BNR ve DF sistemleri açısından anket ve hesaplanan çamur değerleri karşılaştırılmaktadır. Anket sonuçlarına göre KAÇ sistemine ait kişi başına çamur oluşumu 30 ± 8 gKM/EN.gün olarak elde edilmiş olup, hesapla elde edilen

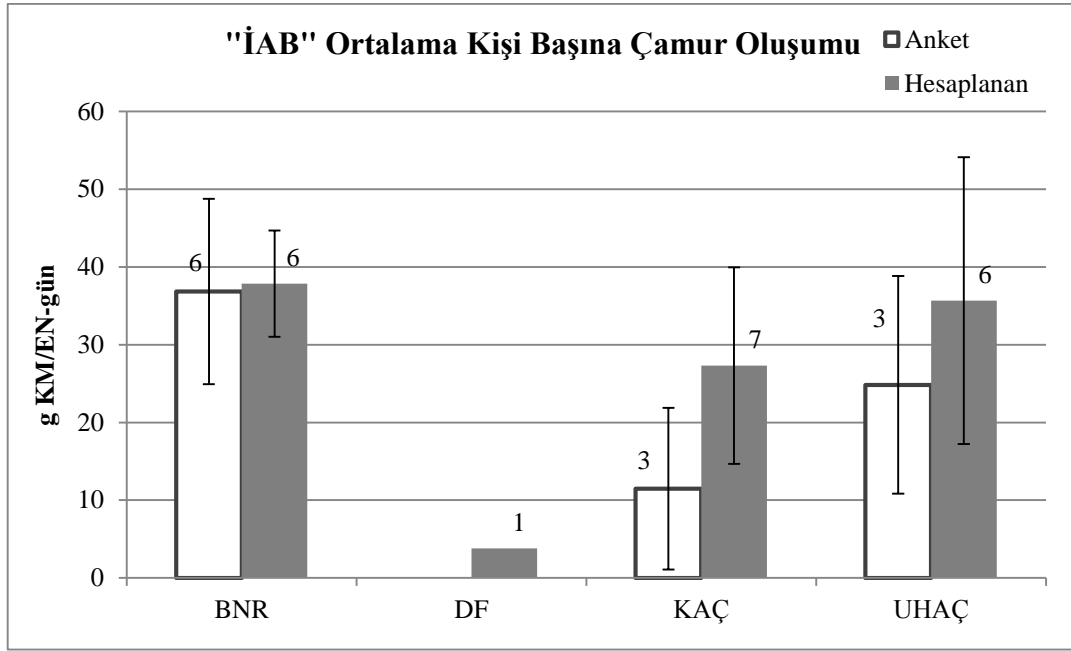
çamur miktarları 35 ± 18 gKM/EN.gün olarak bulunmuştur. UHAÇ sistemi için anket verileri ve hesaplanan çamur miktarları sırası ile 38 ± 15 gKM/EN.gün ve 31 ± 13 gKM/EN.gün olarak belirlenmiştir. Biyolojik nütrient gideren (BNR) sistemlerde ise anket ve hesaplanan çamur miktarları sırası ile 30 ± 12 gKM/EN.gün ve 31 ± 10 gKM/EN.gün olarak rapor edilmektedir. DF sistemi için anket ve hesaplanan çamur miktarları ise 14 gKM/EN.gün ve 10 gKM/EN.gün olarak bulunmuştur. Öte yandan geri kalan tesisler için hesaplanan çamur miktarları anket verileri ile karşılaştırıldığında %95 güven seviyesinde uygun çıkmaktadır.

İç Anadolu Bölgesi (İAB)'nde kişi başına çamur oluşumları KAÇ, UHAÇ, BNR, ve DF sistemleri için Şekil 2.6'da özetlenmektedir. KAÇ sistemi için anketlere ait kişi başına çamur oluşumu 11 ± 10 gKM/EN.gün olarak elde edilmiş olup, hesapla elde edilen çamur miktarı 27 ± 13 gKM/EN.gün olarak bulunmuştur. KAÇ sistemlerinde gözlenen bu farkın, KAÇ sonrası bazı tesislerde aerobik, bazılarında anaerobik stabilizasyon uygulanması, bazılarında ise hiç stabilizasyon uygulanmaması nedeninden kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir. UHAÇ sistemi için anket verileri ve hesaplanan çamur miktarları sırası ile 25 ± 14 gKM/EN.gün ve 36 ± 18 gKM/EN.gün olarak belirlenmiştir. Biyolojik nütrient gideren (BNR) sistemlerde ise anket ve hesaplanan çamur miktarları sırası ile 37 ± 12 gKM/EN.gün ve 38 ± 7 gKM/EN.gün olarak rapor edilmektedir.



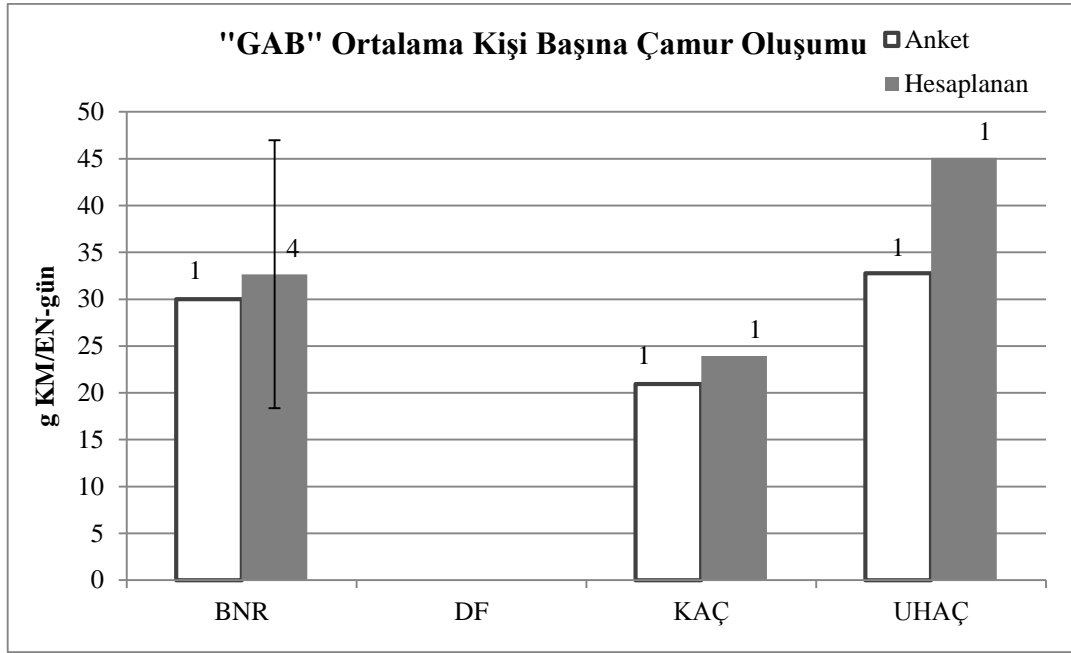
Şekil 2.5: AKB Kişi Başına Oluşan Ortalama Çamur Miktarı

KAÇ, UHAÇ ve BNR sistemleri için hesaplanan çamur verileri anket verileri ile karşılaştırıldığında %95 güven aralığında çıkmaktadır. DF sistemi için çamur oluşumu hakkında tesis bilgi vermemiştir.



Şekil 2.6: İAB Kişi Başına Oluşan Ortalama Çamur Miktarı

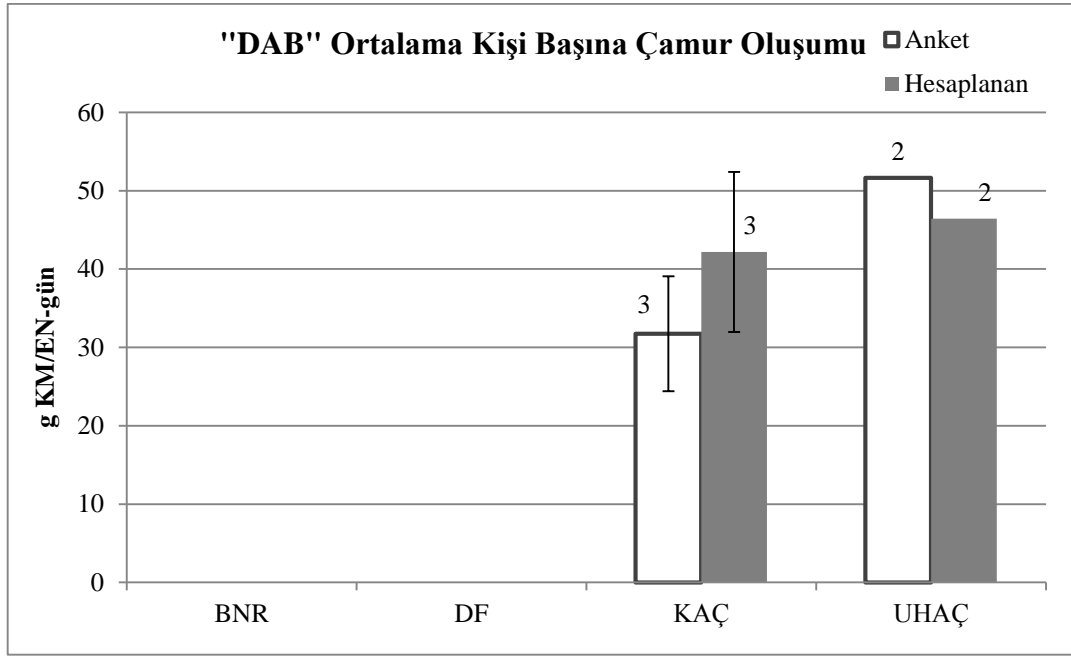
Güney Doğu Anadolu Bölgesinde (GAB) farklı arıtma teknolojilerine göre kişi başına oluşan ortalama çamur miktarlarına ait anket ve hesap bilgileri Şekil 2.7'de gösterilmektedir. Tesislerden geri dönen anketlerden KAÇ, UHAÇ ve BNR sistemlerine ait kişi başına gerçek çamur miktarları ile birlikte hesaplanan çamur miktarları karşılaştırılmıştır. KAÇ sistemine ait kişi başına ortalama çamur üretimi anketlerden 21 gKM/EN.gün olarak elde edilmiş, hesaplanan çamur miktarı ise 24 gKM/EN.gün olarak bulunmuştur. UHAÇ sistemi için ise anket ve hesaplanan çamur miktarları sırası ile 33 gKM/EN.gün ve 45 gKM/EN.gün olarak belirlenmiştir. Biyolojik nütrient gideren (BNR) sistemlerde ise anket ve hesaplanan çamur miktarları sırası ile 30 gKM/EN.gün ve 33±14 gKM/EN.gün olarak rapor edilmektedir.



Şekil 2.7: GAB Kişi Başına Oluşan Ortalama Çamur Miktarı

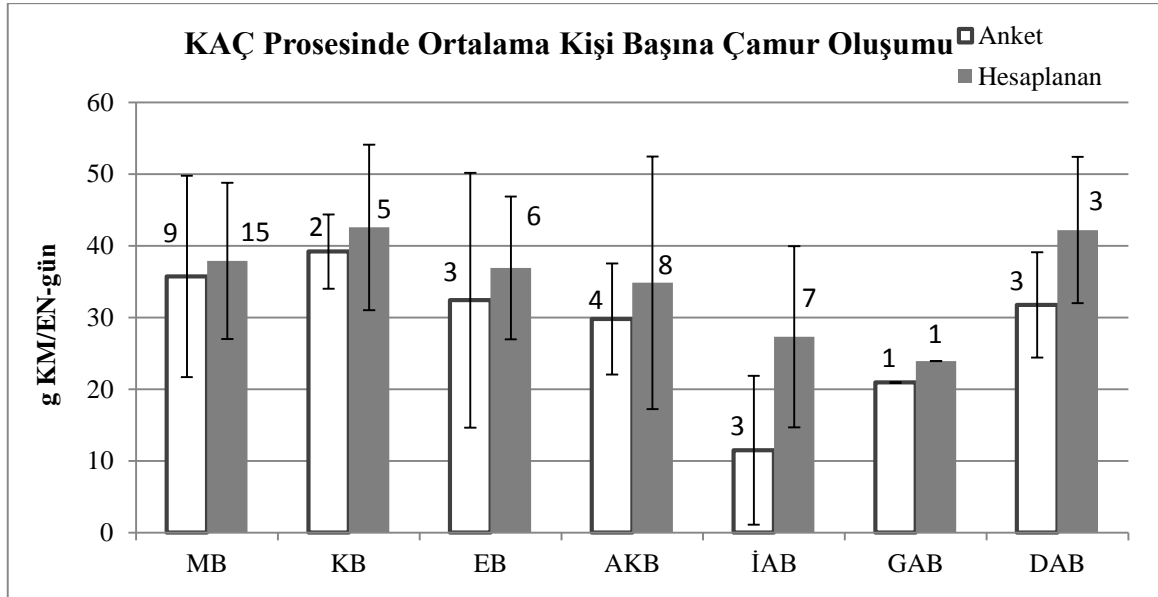
Doğu Anadolu Bölgesinde (DAB) kişi başına oluşan ortalama çamur miktarlarına ait anket ve hesap bilgileri karşılaştırmalı olarak Şekil 2.8’de verilmiştir. KAÇ sistemine ait kişi başına ortalama çamur oluşumu anketlerden 32 ± 7 gKM/EN.gün olarak elde edilmiş, hesaplanan çamur miktarı ise 42 ± 10 gKM/EN.gün olarak bulunmuştur. UHAÇ sistemi için anket ve hesaplanan çamur miktarları sırası ile 52 gKM/EN.gün ve 46 gKM/EN.gün olarak belirlenmiştir.

Proses bazında kişi başına üretilen çamur miktarına ait anket ve hesaplanan değerler aşağıda özetlenmiştir. Bölgeler bazında atıksu arıtma tesislerinden elde edilen anket verilerinden KAÇ, UHAÇ, BNR, ve DF proseslerine ait oluşan birim çamur miktarları verilmektedir. Şekil 2.9 bölgeler bazında KAÇ sistemine ait çamur oluşumlarını yansıtmaktadır. Anketlerden, bölgelerdeki kişi başına ortalama çamur üretimlerinin 11-39 gKM/EN.gün aralığında değiştiği belirlenmiştir.



Şekil 2.8: DAB Kişi Başına Oluşan Ortalama Çamur Miktarı

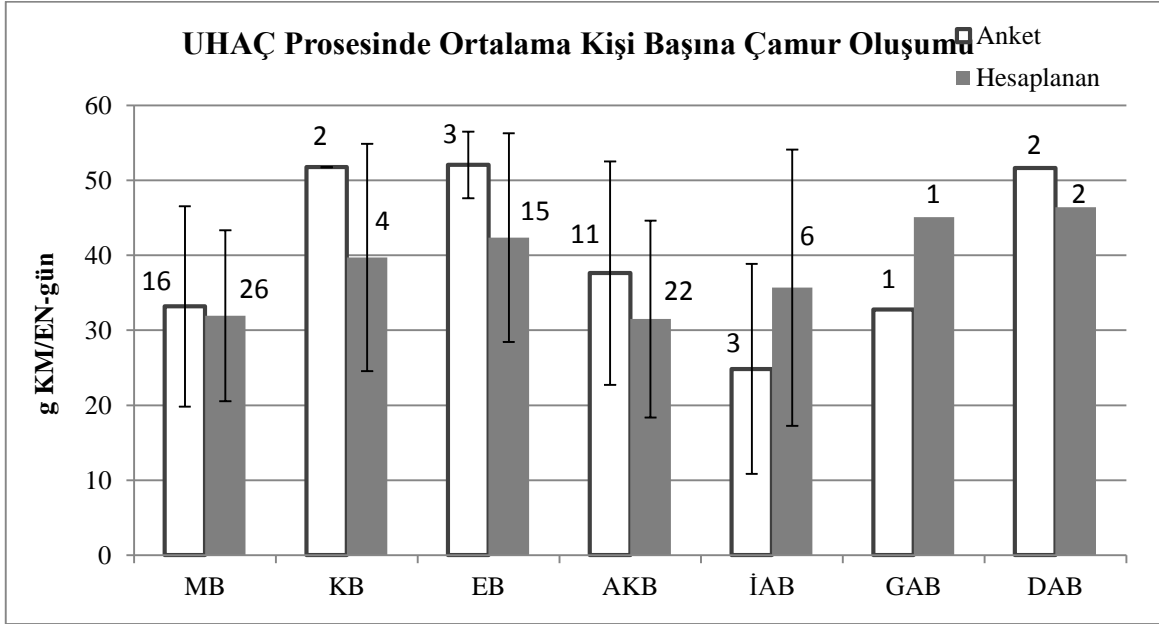
KAÇ sisteminde en yüksek çamur miktarı KB'ye ait olurken (39 gKM/EN.gün) en düşük çamur oluşumu İAB'ye aittir (11 gKM/EN.gün). Tüm bölgelerin ortalaması dikkate alındığında KAÇ sistemi için ortalama çamur oluşumu kişi başına 35 gKM/EN.gün olarak hesaplanabilir.



Şekil 2.9: Klasik Aktif Çamur (KAÇ) Sistemlerinde Ortalama Çamur Miktarı

Şekil 2.10'da bölgeler bazında UHAÇ sistemine ait kişi başı üretilen çamur miktarlarını özetlemektedir. Anket dönüşlerinden sağlanan verilerden bölgelerdeki tesislerin günde kişi başına ortalama çamur oluşumları UHAÇ sistemi için 25-52 gKM/EN.gün aralığında olmaktadır. UHAÇ sisteminde oluşan en yüksek çamur miktarı KB, EB ve DAB'ye (52

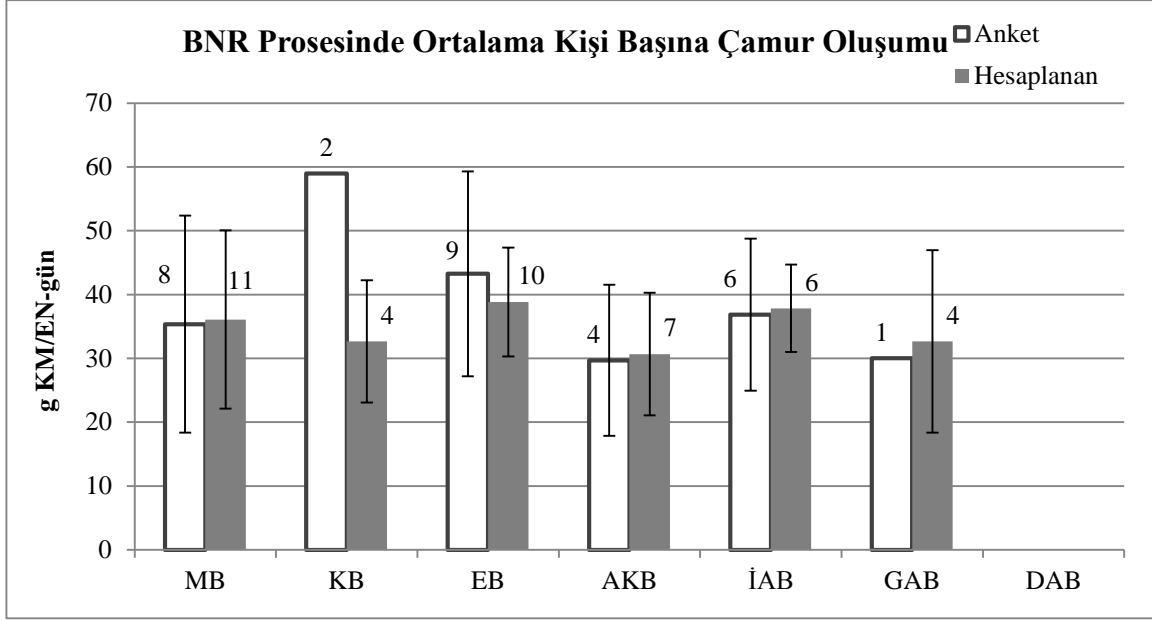
gKM/EN.gün) ait olup, en düşük miktarda çamur oluşumu ise İAB'ye aittir (25 gKM/EN.gün). UHAÇ sistemi için tüm bölgelerin ortalaması dikkate alındığında ortalama çamur oluşumu kişi başına 39 gKM/EN.gün olarak hesaplanabilir.



Şekil 2.10: Uzun Havalandırmalı Aktif Çamur (UHAÇ) Sistemlerinde Ortalama Çamur Oluşumu

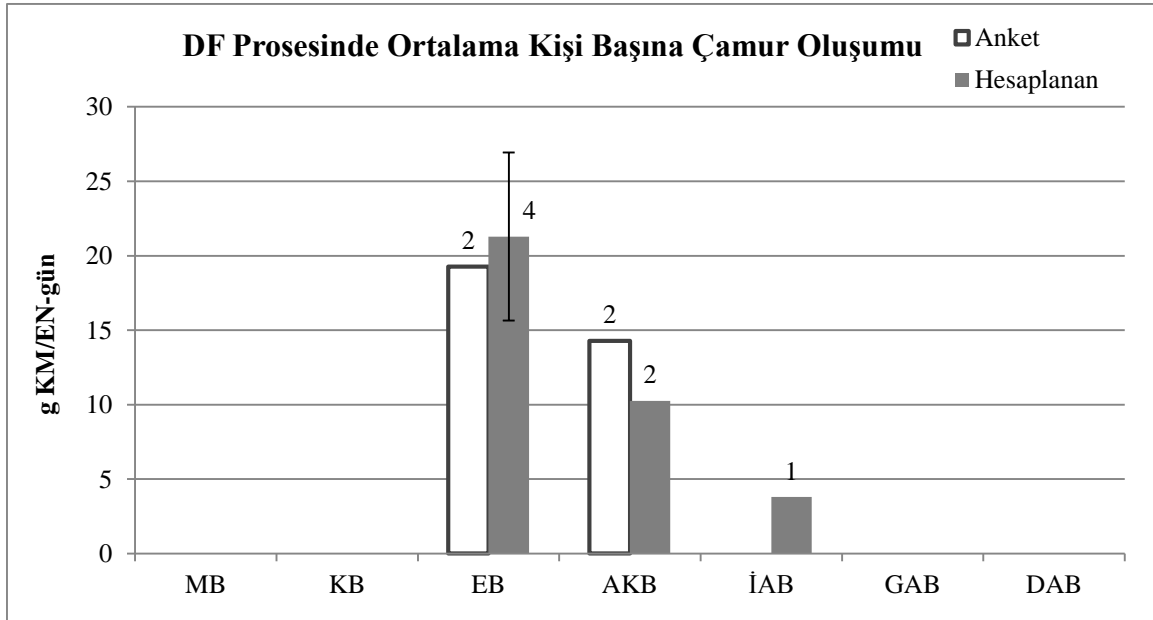
BNR sistemlerinin bölgeler bazındaki değerlendirilmesi Şekil 2.11'de kişi başına çamur üretimleri hesaplanan değerlerle birlikte özetlenmektedir. Anketlerden, bölgelerdeki kişi başına ortalama çamur üretimlerinin 30-59 gKM/EN.gün aralığında değiştiği belirlenmiştir. BNR sisteminde oluşan en yüksek çamur miktarı KB'ye ait olup (59 gKM/EN.gün), en düşük miktarda çamur oluşumu ise AKB ve GAB'ye (30 gKM/EN.gün) aittir. BNR sistemi için tüm bölgelerin ortalaması dikkate alındığında ortalama çamur oluşumu kişi başına 35 gKM/EN.gün olarak hesaplanmıştır.

DF sistemlerinin bölgeler bazındaki değerlendirilmesi Şekil 2.12'de kişi başına çamur üretimleri ve hesaplanan değerlerle birlikte özetlenmektedir. Tüm bölgelerde incelenen DF sistemi toplam 7 adet olup EB, AKB ve İAB için sayıları sırası ile 4, 2 ve 1 adettir. EB için verilen tesislerden alınan anket ve hesaplanan sonuçlar karşılaştırıldığında, 19 gKM/EN.gün anket verisine karşılık, oluşan çamur miktarı 21 ± 6 gKM/EN.gün olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2.11: Biyolojik Nutrient Giderimi (BNR) Sistemlerinde Ortalama Çamur Oluşumu

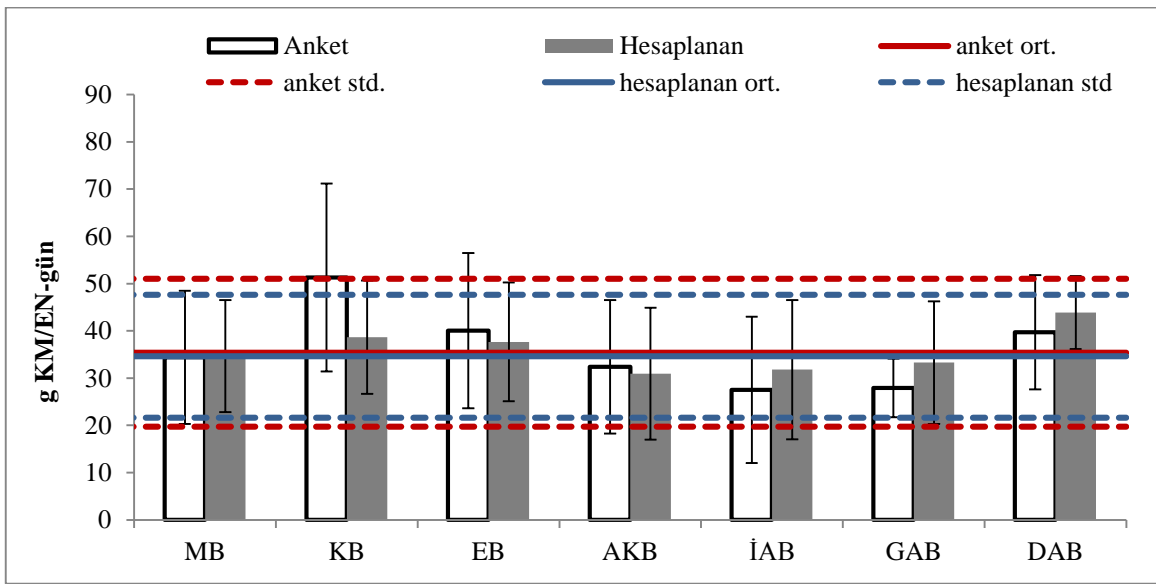
İAB'de DF çamur üretimi ile ilgili beyanda bulunmadığı için karşılaştırma yapmak mümkün değildir. AKB'de ise 2 adet tesis olup 5 ve 23 gKM/EN.gün çamur miktarı beyan edilmiş olup, 4 ve 17 gKM/EN.gün çamur miktarı hesaplanmıştır. DF sistemi için tüm bölgelerin ortalaması dikkate alındığında ortalama çamur oluşumu kişi başına 16 gKM/EN.gün olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2.12: Damlatmalı Filtre (DF) Bazında Çamur Oluşumu

2.3.2. Türkiye Genelinde Değerlendirme

Tüm tesislerin değerlendirilmesine göre Türkiye’de bölgeler bazında kişi başına üretilen ortalama çamur miktarlarına ait anket verileri hesaplama sonuçları ile karşılaştırmalı olarak Şekil 2.13’de verilmektedir. Anketlerden alınan bilgilere göre, Türkiye genelinde günlük olarak kişi başına kuru madde bazında üretilen ortalama çamur miktarı 35 ± 16 gKM/EN.gün iken, atıksu arıtma tesisi verilerinin kullanılması ile hesaplanan çamur miktarı ise 35 ± 13 gKM/EN.gün olarak bulunmuştur. Şekil 2.13’de bar diyagramı üzerinde hem anketlerde beyan edilen hem de hesaplamalardan elde edilen çamur miktarlarına ait Türkiye için genel ortalamalar ve standart sapmalar gösterilmektedir.

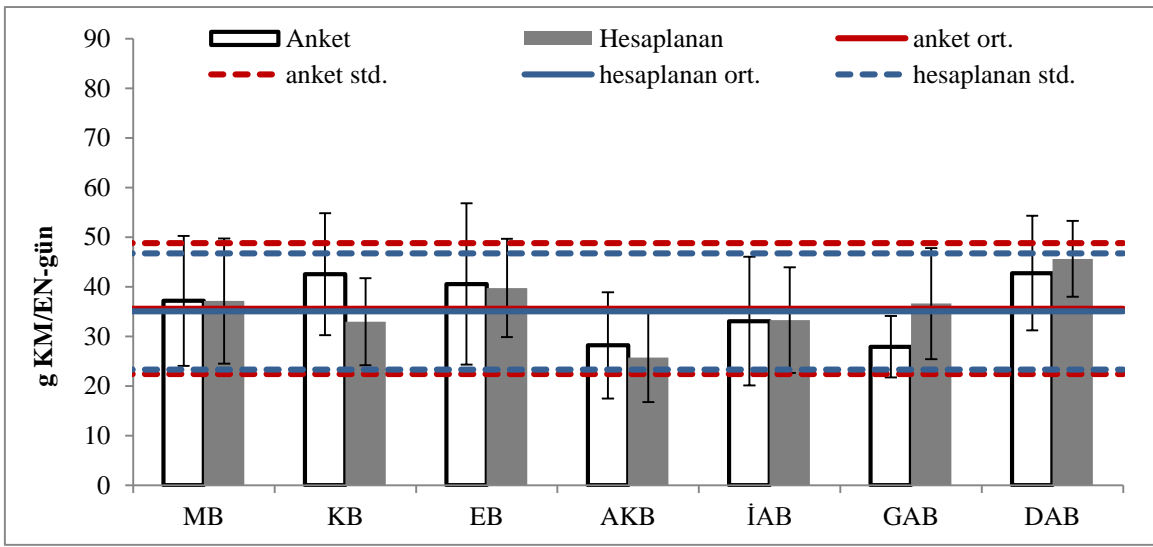


Şekil 2.13: Türkiye Genelinde Bölgesel Bazda Günlük Kişi Başına Oluşan Ortalama Çamur Miktarları

Türkiye’de bölgeler bazında kişi başına üretilen ortalama çamur miktarlarının bölge bazında seçilmiş tesisler üzerinden değerlendirilmesi ile Şekil 2.14’deki bar diyagramı elde edilmektedir. İP 7 kapsamında İP 1’den elde edilen bilgiler doğrultusunda her bölgeyi temsil eden artıma tesislerinin seçilmesi, proje önerisinin kabul edildiği tarih itibarıyla, ülkemiz Çevre Mevzuatı kapsamındaki parametreler dikkate alınarak yapılan çeşitli analizler ile demografik, bölgesel ve iklim farklılıkları bazında, seçilen bu tesislerden alınan çamur keki örneklerinin özelliklerinin belirlenmesi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, 7 coğrafi bölgeden seçilen 2 adet evsel + 2 adet kentsel atıksu arıtma tesisinden (toplam 28 adet tesis) mevsimsel değişikliklerin etkisini de ortaya koymak üzere yaz ve kış aylarını temsilen yılda 2 kez çamur keki numunesi olmak üzere toplam 56 adet çamur keki numunesi alınmıştır. Kış Dönemi’nde 27 adet tesisten, Yaz Dönemi’nde 29 adet tesisten alınan çamur keki numunelerinde analizler yürütülmüş, elde

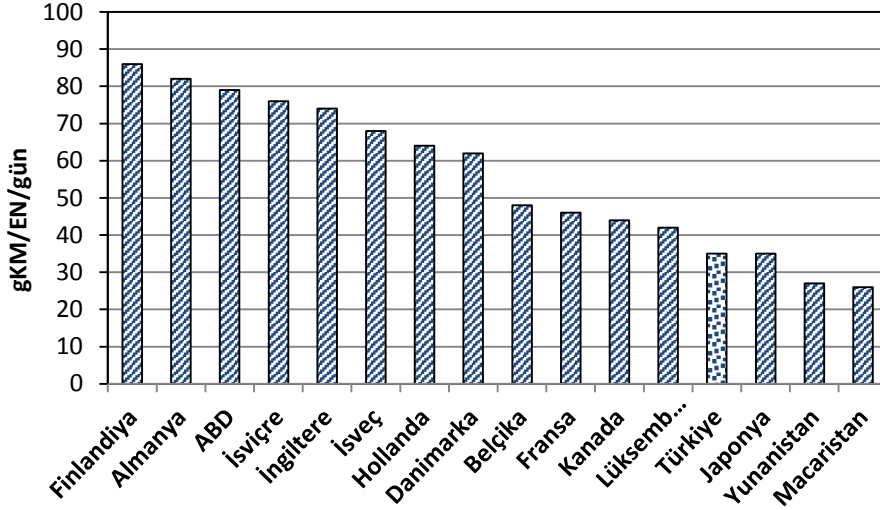
edilen sonuçlar, İP 7’de detaylı olarak sunulmuştur. Proje kapsamında Kış Dönemi ve Yaz Dönemi örneklemleri için seçilen tesisler EK F-I’de verilen tablolarda gri renkli olarak gösterilmiştir.

Seçilmiş tesisler için Türkiye genelinde ortalama günlük kişi başına üretilen kuru çamur miktarı anketlerden alınan bilgilerden 36 ± 13 gKM/EN.gün, hesaplama ile 35 ± 12 gKM/EN.gün olarak bulunmuştur. Bu değerler, tüm tesislere ait verilerle karşılaştırıldığında (Şekil 2.14), Türkiye için hesaplanan ve anketlerden elde edilen kişi başına oluşan ortalama çamur miktarlarında önemli değişim gözlenmezken, standart sapmaların özellikle anket beyanları için düştüğü ve hesaplanan verilerin sapmasına yaklaştığı görülmektedir.



Şekil 2.14: Seçilmiş Tesislere Göre Türkiye Genelinde Bölgesel Bazda Günlük Kişi Başına Oluşan Ortalama Çamur Miktarları

Farklı ülkelerdeki atıksu arıtma tesislerinde oluşan çamur miktarının, kişi başına günde oluşan katı madde miktarına çevrilerek bu çalışma sonucunda elde edilen ülkemize ait veriler ile karşılaştırılması Şekil 2.15’de gösterilmiştir. Değerlendirilen ülkeler içinde çamur üretimi, 26-86 gKM/EN.gün gibi geniş bir aralıkta değişmektedir (SASI Group ve Newman, 2005; Magoarou, 1999). Türkiye’de anket verilerine göre elde edilen kişi başına ortalama çamur miktarı 35 gKM/EN-gün olup, Ülkemiz, Macaristan, Yunanistan ve Japonya’dan sonra gelmektedir. En fazla çamur miktarı ise Finlandiya’da üretilmektedir.



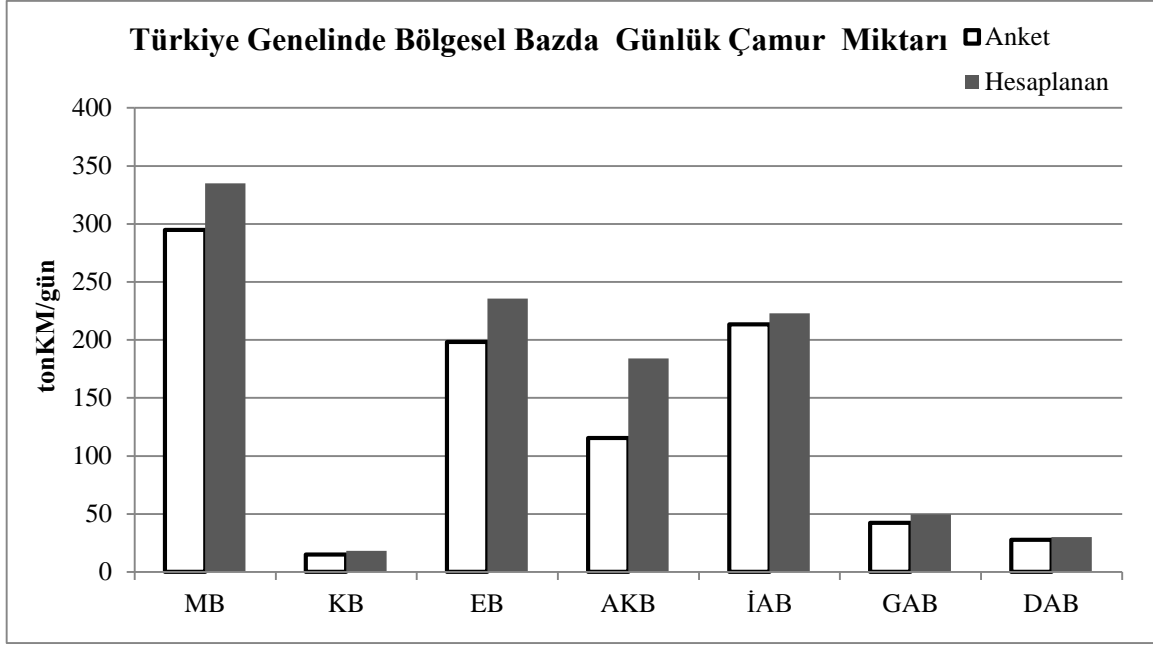
Şekil 2.15: Türkiye’deki Kişi Başına Ortalama Çamur Miktarının Diğer Ülkelerle Karşılaştırılması

Türkiye’de, bölgeler bazında oluşan günlük toplam çamur miktarları Şekil 2.16’da verilmektedir. Buna göre en az arıtma çamuru, arıtma kapasitesinin en düşük olduğu KB’de (anket verisi 15 ton KM/gün, hesaplanan 19 ton KM/gün), en fazla ise arıtma kapasitesinin en yüksek olduğu MB’de (anket verisi 295 ton KM/gün, hesaplanan 335 ton KM/gün) oluşmaktadır. Anket verilerine göre diğer bölgelerden DAB’de 28 ton KM/gün (hesaplanan 30 ton KM/gün), GAB’de 42 ton KM/gün (hesaplanan 50 ton KM/gün), EB’de 198ton KM/gün (hesaplanan 236 ton KM/gün), İAB’da 213 ton KM/gün (hesaplanan 223 ton KM/gün) ve AKB’de 115 ton KM/gün (hesaplanan 184 ton KM/gün) çamur üretilmektedir. Türkiye genelinde üretilen çamur miktarı ise anketlerden alınan bilgilere göre toplam 907 ton KM/gün olup, hesaplama yöntemiyle 1087 ton KM/gün olarak elde edilmiştir.

Çamur miktarı için hesaplanan değerler, genellikle anket verilerinden yüksektir. Bunun başlıca nedenleri;

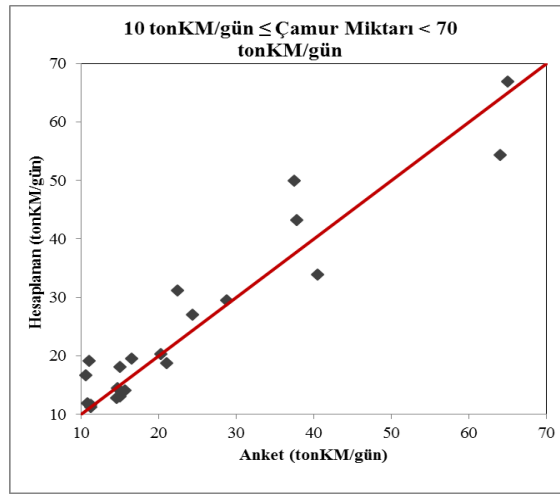
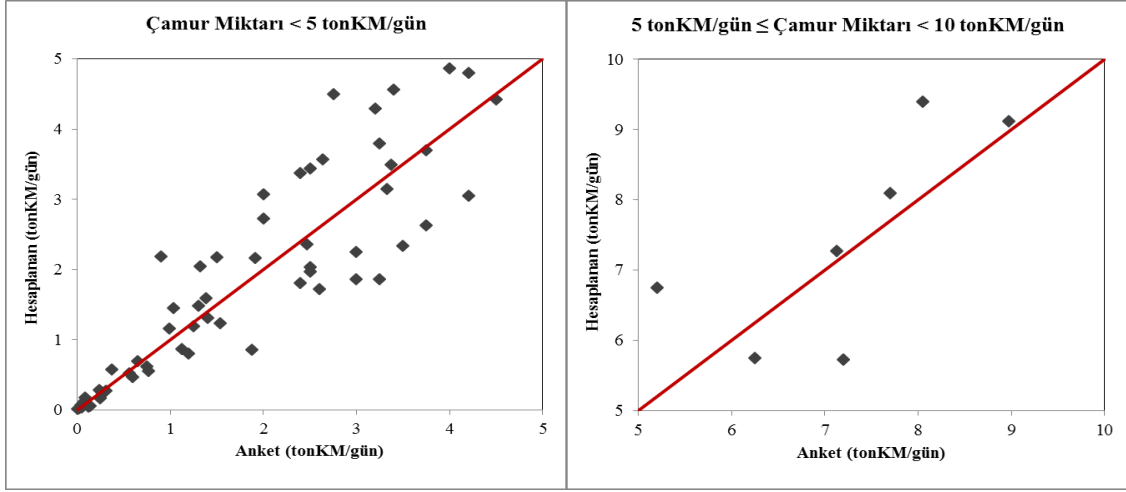
- Çamur miktarı ile ilgili bilgi vermeyen veya anket doldurmayan yerlerden oluşan çamur miktarının hesaplama yöntemiyle elde edilmiş olması,
- İşletme problemleri nedeniyle çamur oluşmayan ve/veya beklenenden az oluşan tesislerin çamur miktarının hesaplama yöntemiyle potansiyel olarak ortaya konmuş olması

olarak sayılabilir.

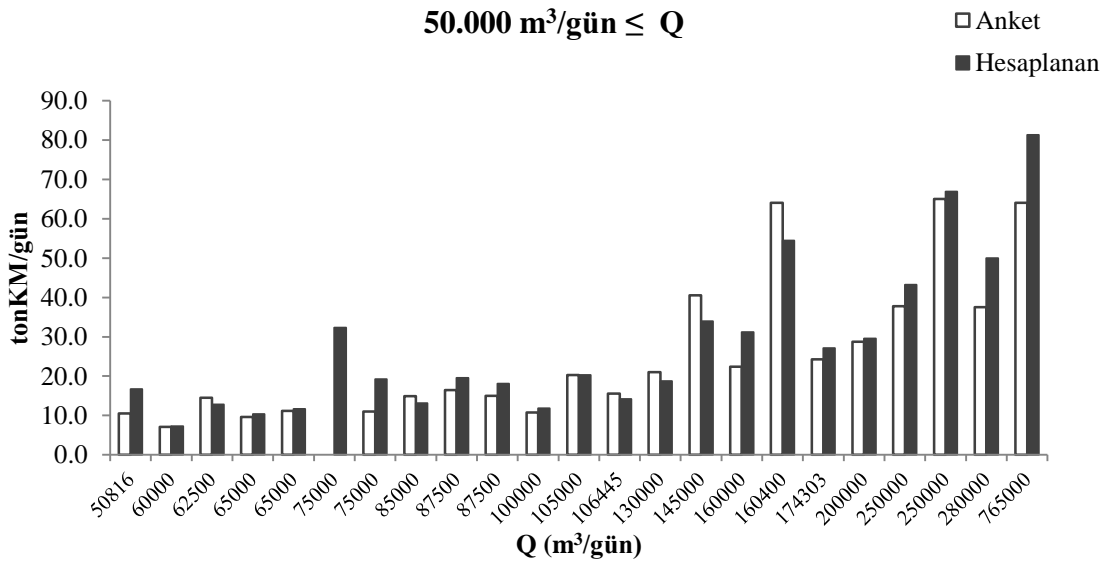


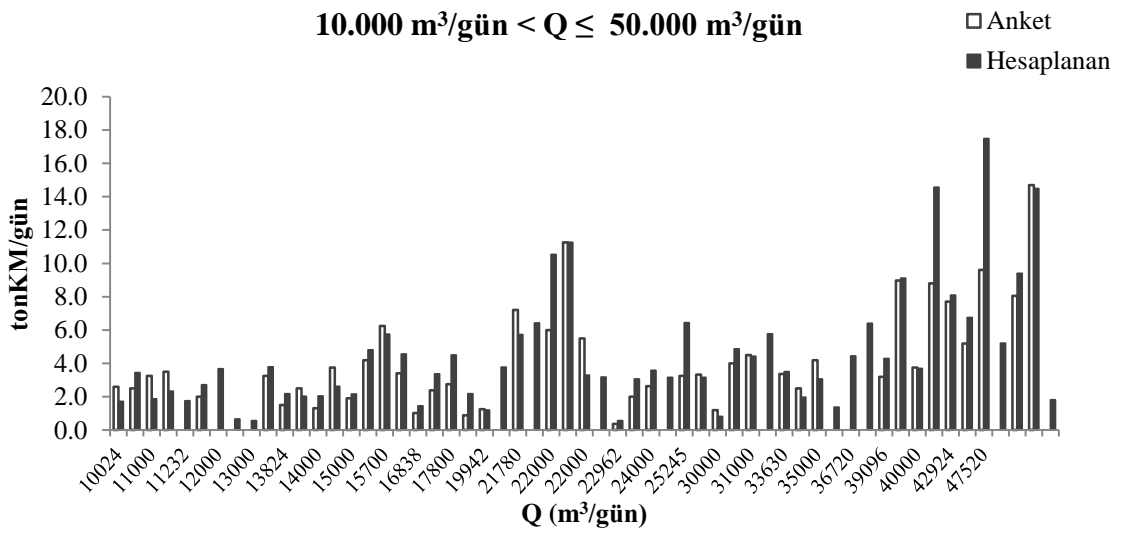
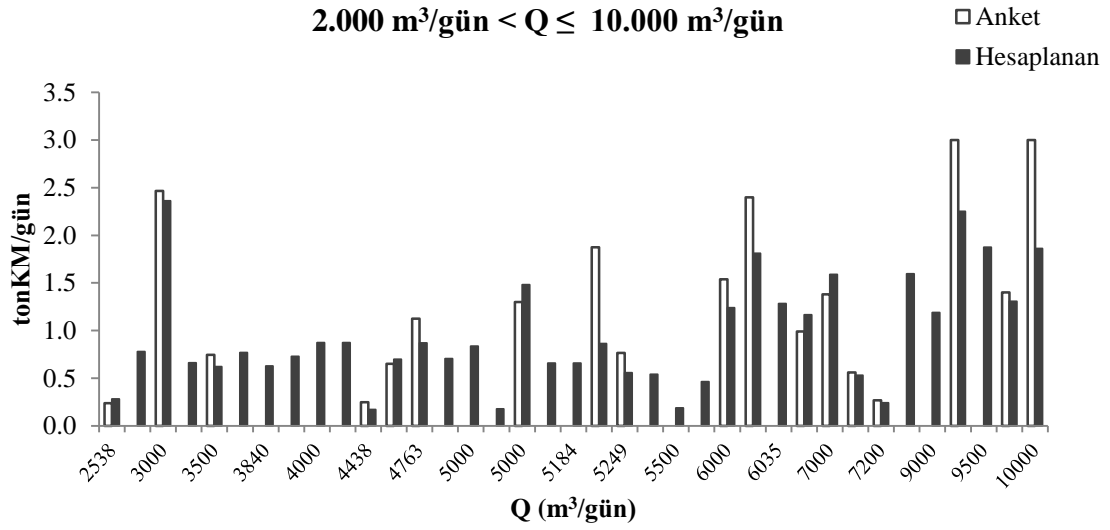
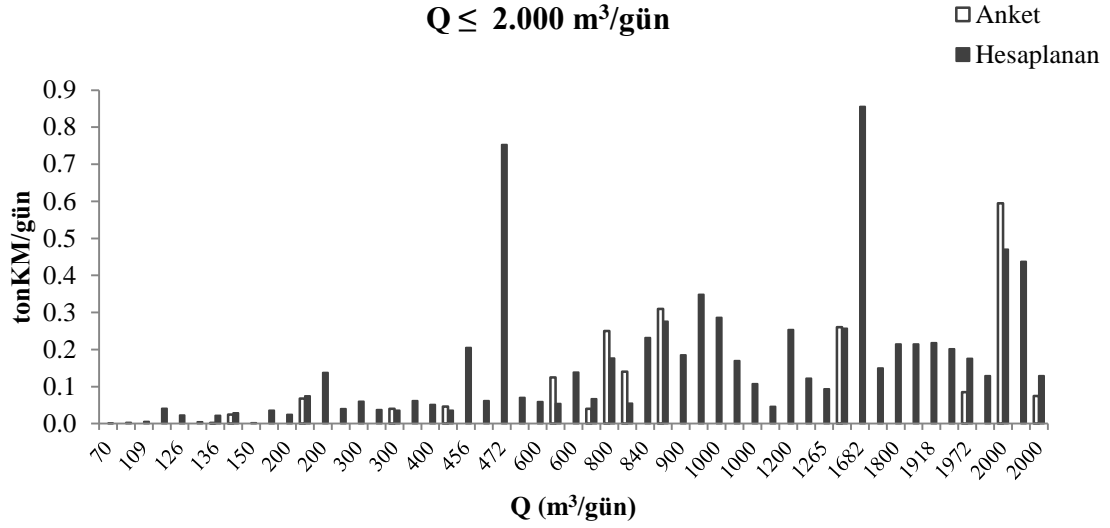
Şekil 2.16: Türkiye Genelinde Bölgesel Bazda Günlük Toplam Çamur Miktarları

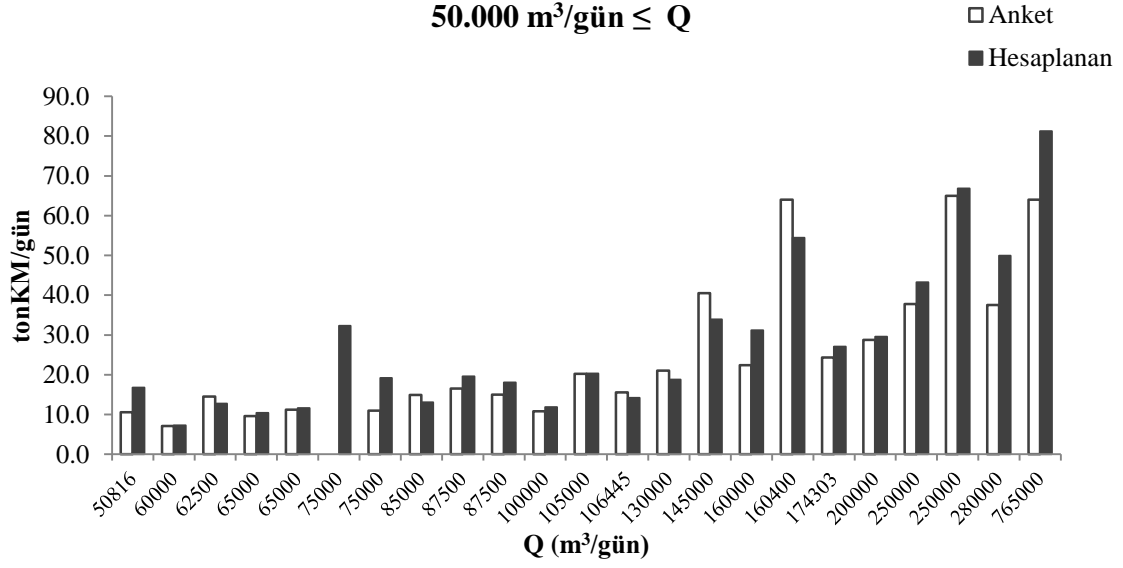
Atıksu arıtma tesislerinin çamur üretim kapasitelerine göre anket ve hesaplanan çamur miktarlarının karşılaştırılması için toplam çamur üretimleri kuru madde bazında 5 ton KM/gün'den küçük, 5-10 ton KM/gün aralığında ve 10 ton KM/gün'den büyük miktarlar olacak şekilde gruplanmıştır. Gruplandırılan veriler karşılaştırmalı olarak Şekil 2.17'de verilmektedir. Çamur oluşum potansiyeline bağlı olarak anket verileri ile hesaplanan veriler arasındaki farkın değiştiği görülmektedir. Çamur üretim potansiyeli düşük tesisler için anket beyanı ve hesaplanan miktarlar arasındaki fark artarken, bu durumun tersine tesis kapasitesi arttığı zaman anket ile hesaplanan çamur miktarları birbiri ile daha uyumlu olmaktadır. Aynı sonuç, tesislerde arıtılan atıksu debilerine bağlı olarak anket verileri ile hesaplanan kuru madde bazında toplam çamur üretimlerinin karşılaştırıldığı Şekil 2.18'da da görülmektedir. Bar diyagramında farklı debi aralıklarına göre anket verileri ve hesaplanan çamur üretim miktarları verilmektedir. Buna göre kapasitesi yüksek olan atıksu arıtma tesislerinde anket ve hesaplanan çamur değerleri örtüşmektedir. Ancak tesis kapasitesinin küçülmesi ile anket ve hesaplanan çamur miktarları arasındaki fark büyümektedir. Sonuç olarak düşük kapasiteli tesislerde, yukarıda belirtilen işletme problemleri nedeniyle çamur üretimi açısından hassas bir hesap yapılması zor olmaktadır.



Şekil 2.17: Günlük Oluşan Çamur Miktarı Aralığına Göre Anket ve Hesaplanan Çamur Miktarlarının Karşılaştırılması

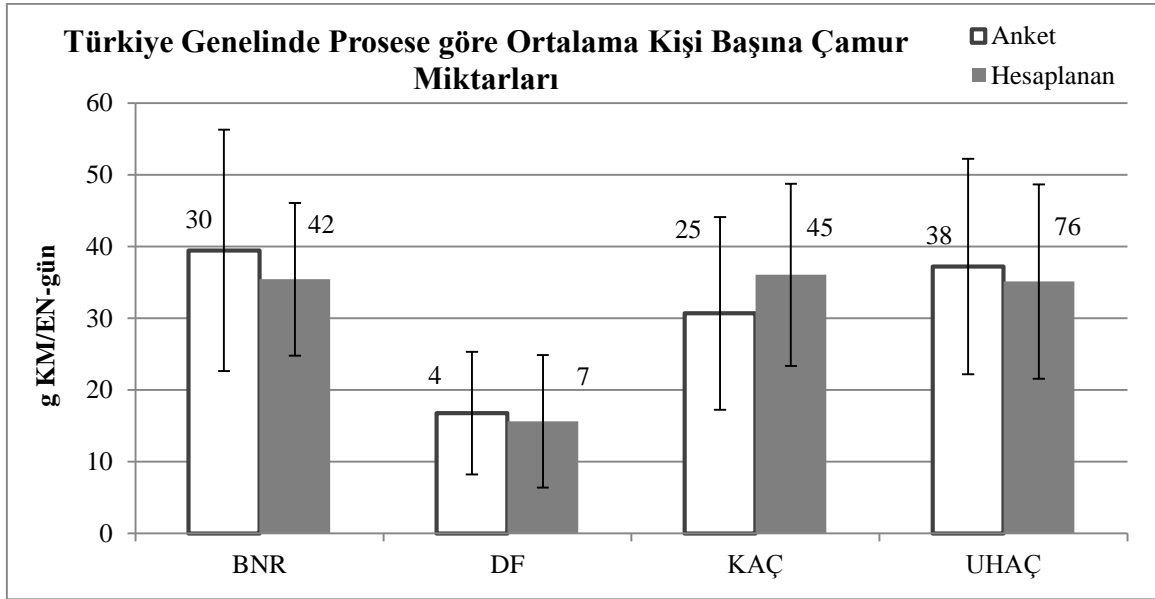






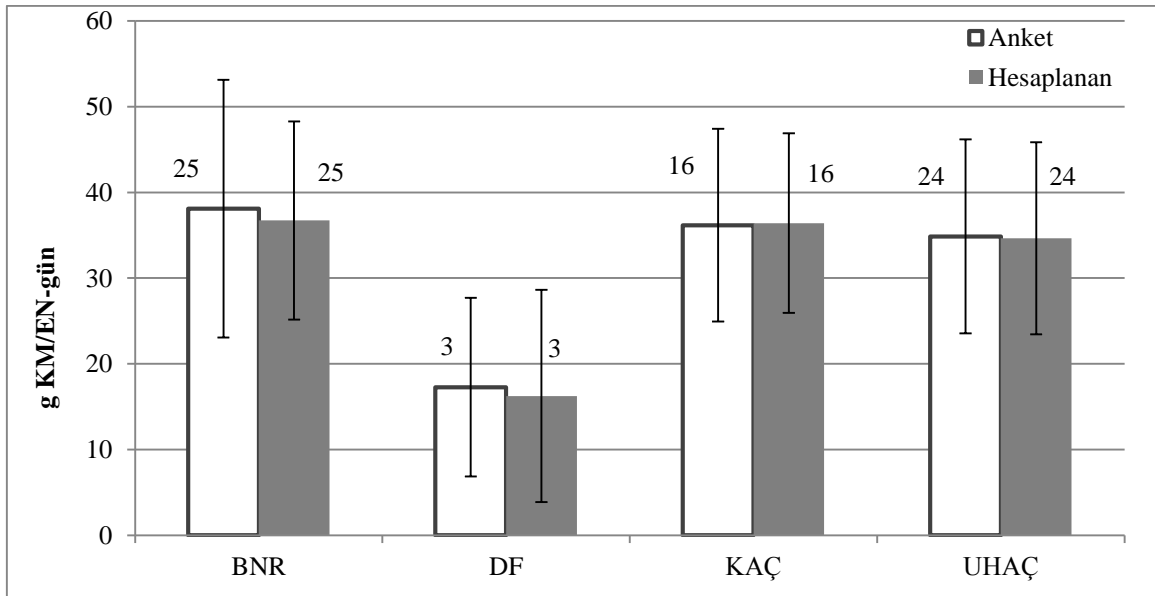
Şekil 2.18: Debi Aralığına Göre Anket ve Hesaplanan Çamur Miktarlarının Karşılaştırılması

Türkiye geneli için atıksu arıtma prosesine göre kişi başına oluşan kuru çamur miktarları tüm tesis verileri için Şekil 2.19’de, seçilmiş tesisler için ise Şekil 2.20’de verilmektedir. Bar diyagramları üzerindeki rakamlar tesis sayılarını göstermektedir. Buna göre, tüm tesislerin değerlendirilmesinde çamur miktarı hesabı yapılan tesislere karşılık, anketlerde tesislerin bir kısmının çamur miktarını beyan etmediği görülmektedir. Bar diyagramında görüldüğü gibi çamur miktarları BNR, DF, KAÇ ve UHAÇ prosesleri için sırasıyla anket beyanlarına göre 39 gKM/EN-gün (hesaplanan 35 gKM/EN-gün), 17 gKM/EN-gün (hesaplanan 16 g KM/EN-gün), 31 gKM/EN-gün (hesaplanan 36 gKM/EN-gün) ve 37 gKM/EN-gün (hesaplanan 35 gKM/EN-gün) olarak elde edilmiştir. Stabilizasyon havuzlarında ise fazla çamurun uzaklaştırılması uzun sürelerde (birkaç ayda veya yılda bir) ve düzensiz yapıldığından bu tesislerden çamur miktarları ile ilgili güvenilir bilgi alınamamıştır.



Şekil 2.19: Türkiye Geneline Atıksu Arıtma Prosesine Göre Günlük Kişi Başına Oluşan Ortalama Çamur Miktarları

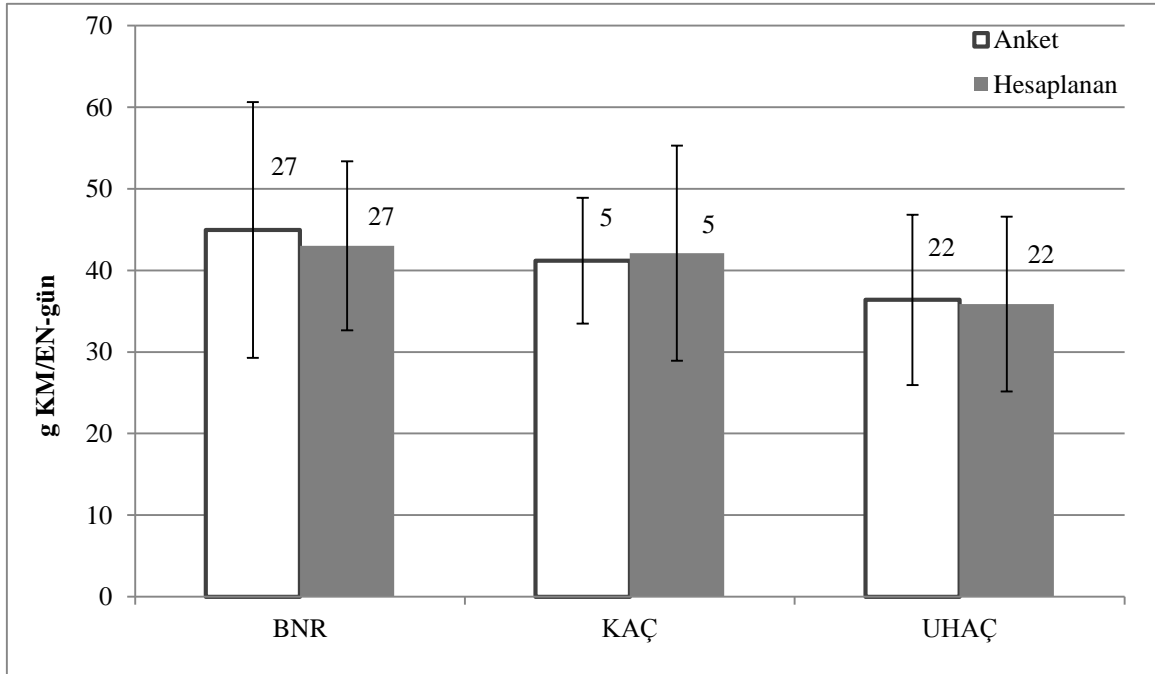
Aynı değerlendirmenin seçilmiş tesisler üzerinden yapılması ile anket verileri ile hesaplanan miktarların birbirlerine çok yaklaştığı ve standart sapmaların kabul edilebilir seviyelere indiği görülmektedir. Çamur miktarları BNR, DF, KAÇ ve UHAÇ prosesleri için sırasıyla anket beyanlarına göre 38 gKM/EN-gün (hesaplanan 37 gKM/EN-gün), 17 gKM/EN-gün (hesaplanan 16 gKM/EN-gün), 36 gKM/EN-gün (hesaplanan 36 gKM/EN-gün) ve 35 gKM/EN-gün (hesaplanan 35 gKM/EN-gün) elde edilmiş olup, bu değerler literatür ve işletme verileri ile uyumludur (Metcalf Eddy, 2003).



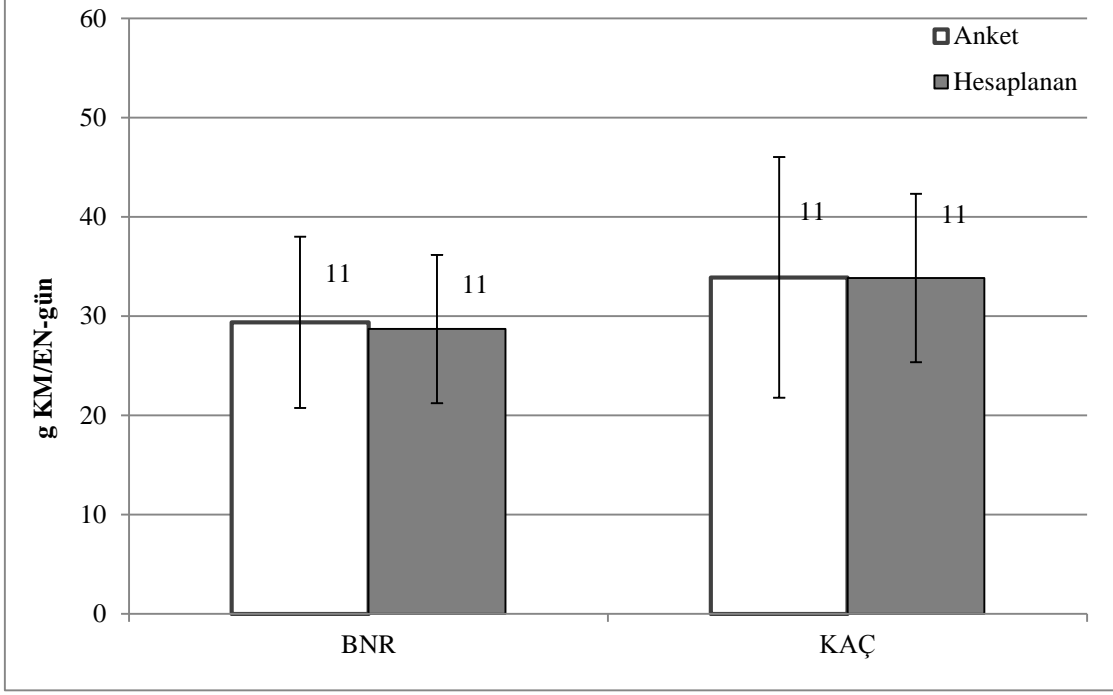
Şekil 2.20: Seçilmiş Tesislere Göre Türkiye Geneline Prosese Bazında Günlük Kişi Başına Oluşan Ortalama Çamur Miktarları

Oluşan çamur miktarları açısından prosesler bazında değerlendirme ile ilgili BNR, KAÇ ve UHAÇ seçilmiştir. KAÇ ve BNR proseslerine sahip bazı tesislerde ayrıca çamur stabilizasyonunun yapıyor olması bu proseslerin tekrar değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bu nedenle proses bazında çamur oluşumları çamur stabilizasyonu yapan ve yapmayan tesisler için tekrar incelenmiştir. Seçilmiş atıksu arıtma tesisleri için, BNR, KAÇ ve UHAÇ proses tiplerindeki günlük kişi başına oluşan kuru çamur miktarları, tesiste ayrı bir çamur stabilizasyon ünitesi olmayanlar için Şekil 2.21’de, tesiste ayrı bir çamur stabilizasyon ünitesi (aerobik veya anaerobik çürütücüsü olan tesisler) olan KAÇ ve BNR prosesleri için ise Şekil 2.22’de verilmektedir. BNR prosesinde ayrıca stabilizasyon yapılması durumunda ankette beyan edilen verilere göre çamur oluşumunun 45 gKM/EN-gün’den 29 gKM/EN-gün’e, KAÇ prosesinde ise 41 gKM/EN-gün’den 34 gKM/EN-gün’e düştüğü belirlenmiştir. Sonuç olarak ayrı bir stabilizasyon uygulaması ile oluşan çamur miktarlarının BNR prosesi için %36, KAÇ prosesi için ise %17 oranlarında azaldığı görülmektedir.

Atıksu arıtma prosesinden ayrı olarak çamur stabilizasyonu uygulanması ile KAÇ proseslerinde toplam çamur yaşının artıyor olması uzaklaştırılacak çamur miktarını azaltmaktadır. Buna paralel olarak, çamur yaşları KAÇ sistemlerine göre daha fazla olan UHAÇ sistemlerine göre stabilizasyon yapılan KAÇ prosesinde daha az çamur oluşumu sağlandığı belirlenmiştir.

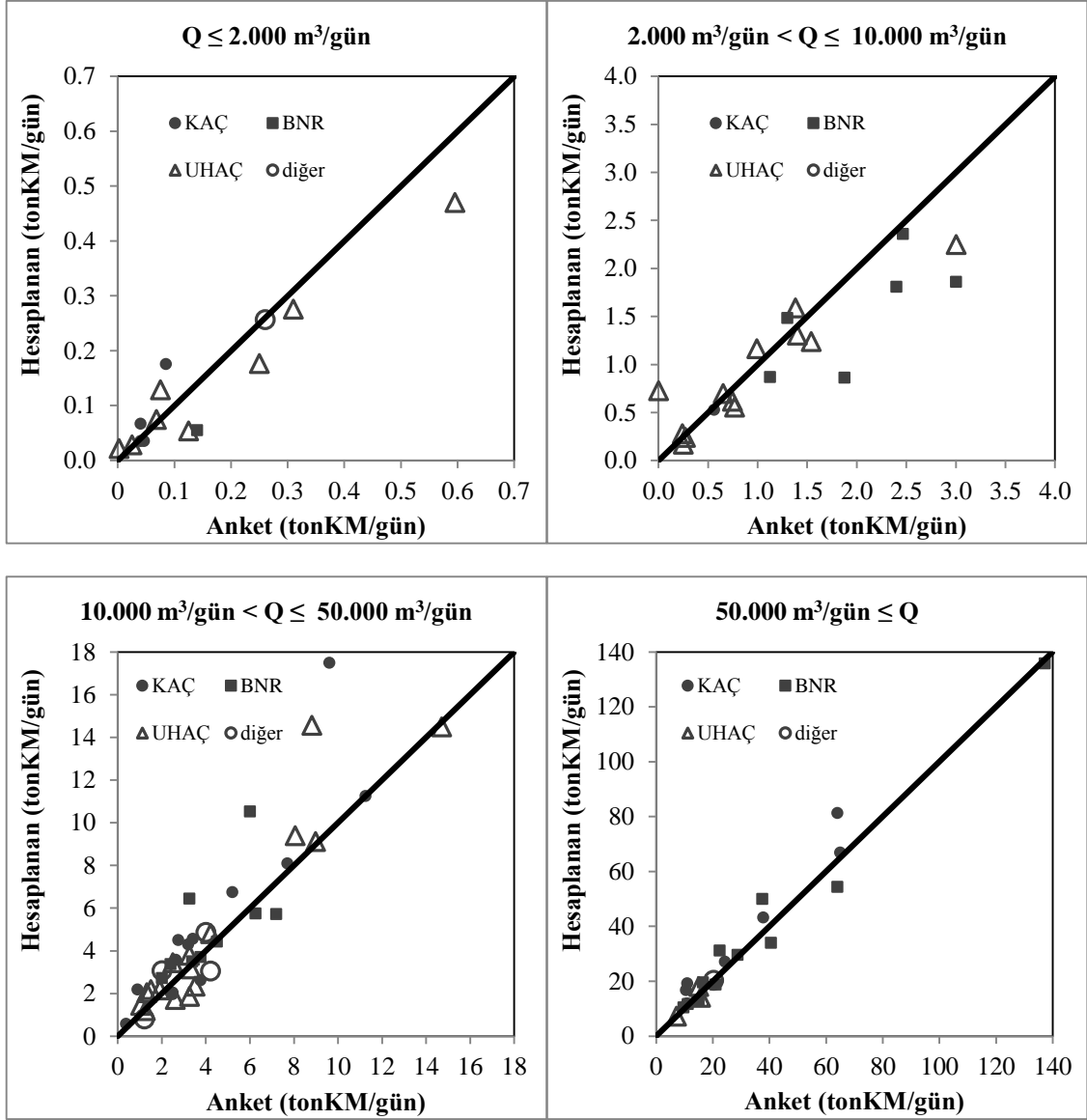


Şekil 2.21: BNR, KAÇ ve UHAÇ Sistemleri için Ayrıca Çamur Stabilizasyonu Olmayan Seçilmiş Tesislerdeki Günlük Kişi Başına Oluşan Ortalama Çamur Miktarları



Şekil 2.22: BNR ve KAÇ Sistemleri için Ayrıca Çamur Stabilizasyonu Olan Seçilmiş Tesislerdeki Günlük Kişi Başına Oluşan Ortalama Çamur Miktarları

Tüm atıksu arıtma tesislerinin çamur üretimlerinin değerlendirilmesi için debisi 2.000 m³/gün'den küçük, 2.000-10.000 m³/gün aralığında, 10.000-50.000 m³/gün arasında ve 50.000 m³/gün'den büyük debiler için olmak üzere anket verileri ile hesaplanan veriler aşağıda karşılaştırılmıştır. Şekil 2.23'de özetlendiği şekilde debisi düşük olan tesisler için anket verileri ile hesaplanan veriler arasındaki fark daha fazla olmaktadır. Debi artışına paralel olarak tesis kapasitesi de arttığı zaman anket ile hesaplanan çamur miktarları birbirine daha yaklaşmaktadır. Bunun sebebinin büyük kapasiteli tesisler için işletmenin daha kontrollü olması ve işletme verilerinin daha sağlıklı olarak raporlanması olduğu düşünülmektedir.



Şekil 2.23: Arıtılan Farklı Debi Aralıkları için Anket ve Hesaplanan Çamur Miktarlarının Karşılaştırılması

