



**SİLİKON VE PLASTİK ESASLI MUTFAK
GEREÇLERİNDEN
GİDAYA GEÇEN TOPLAM KALINTI VE
METAL KONSANTRASYONLARININ ARAŞTIRILMASI**

Adnan Fatih DAĞDELEN



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SİLİKON VE PLASTİK ESASLI MUTFAK GEREÇLERİNDEN
GIDA YA GEÇEN TOPLAM KALINTI VE
METAL KONSANTRASYONLARININ ARAŞTIRILMASI**

Adnan Fatih DAĞDELEN

Doç. Dr. Ozan GÜRBÜZ (Danışman)

DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2016

Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Adnan Fatih DAĞDELEN tarafından hazırlanan "Silikon ve Plastik Esaslı Mutfak Gereçlerinden Gıdaya Geçen Toplam Kalıntı ve Metal Konsantrasyonlarının Araştırılması" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Ozan GÜRBÜZ

Başkan : Doç. Dr. Ozan GÜRBÜZ
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı



Üye : Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı



Üye : Doç. Dr. Canan EKİNCİ DOĞAN
Tübitak Marmara Araştırma Merkezi
Gıda Enstitüsü

İmza



Üye : Doç. Dr. Nurcan DEĞİRMENCİOĞLU
Bandırma 17 Eylül Üniversitesi,
Bandırma Meslek Yüksek Okulu,
Gıda İşleme Bölümü

İmza




Üye : Doç. Dr. Murat Ali TURAN
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi,
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Anabilim Dalı

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım


Prof. Dr. Ali Osman DEMİR
Enstitü Müdürü
(k.v.2/16)

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

19/02/2016

İmza


Adnan Fatih DAGDELEN

ÖZET

Doktora Tezi

SİLİKON VE PLASTİK ESASLI MUTFAK GEREÇLERİNDEN GIDAYA GEÇEN TOPLAM KALINTI VE METAL KONSANTRASYONLARININ ARAŞTIRILMASI

Adnan Fatih DAĞDELEN

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ozan GÜRBÜZ

Tarladan çatala gıda güvenilirliği zincirindeki son halka olan gıda ile temas eden malzemelerin güvenilirliğinin sağlanması, gıda kalitesi/güvenliği üzerine etkisinin belirlenmesi ve bu malzemelerden kaynaklanan sağlık risklerinin tanımlanması tüketici haklarının korunması açısından zorunludur.

Türk Gıda Kodeksi, Gıda ile Temas Eden Madde ve Malzemeler Yönetmeliğinde ise bu durum “Bu malzemelerden insan sağlığını tehlikeye sokacak veya gıdanın bileşiminde istenmeyen değişimlere neden olacak veya duyuşal özelliklerinde değişikliğe neden olacak miktarda geçiş olamaz” cümlesi ile tanımlanmıştır.

Ancak bu malzemelerin yapılarında yer alan ve/veya üretimleri sırasında ilave edilen kimyasal maddeler gıdalara geçebilmekte ve insan sağlığına zarar verecek boyutlara ulaşabilmektedir. Bu madde geçişi migrasyon olarak tanımlanmakta ve her bir malzeme grubu için uluslararası olarak toplam ve spesifik migrasyon değerleri ile sınırlamalar getirilmeye çalışılmıştır. Fakat başta silikon malzemeler olmak üzere bazılarında hala uluslararası kabul edilen bir düzenleme yapılamamıştır. Bu durum insan sağlığı üzerinde risk oluşturmaktadır.

Piyasadan toplanan toplam 57 çeşit plastik saklama kapları ile silikon kek kalıplarında migrasyon ve yapı tayini analizleri yapılmıştır. Numunelerde yapı tayini analizlerinden infrared spektrumları yönünden bazı dalga boylarında belirgin değişiklik görülmüştür. XRF spektrumlarında ise plastik numunelerde K, Al, Ca, Si, P, Fe, S ve Cl, silikon numunelerde ise Ca, K, Mg, Al, Si, P, Ti, Cl, Fe, S ve Cu elementleri saptanmıştır. Numunelerin toplam ve spesifik metal migrasyon yönünden uygun bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Migrasyon, gıda ile temas eden malzemeler, silikon, plastik, mutfak gereçleri, metal, FTIR, DSC, XRF, ICPMS

2016, xxii + 399 sayfa.

ABSTRACT

PhD Thesis

AN INVESTIGATION OF RESIDUE AND METAL CONCENTRATION IN FOOD
AS A USING SILICON AND PLASTIC-BASED UTENSILS
DURING FOOD PREPARATION

Adnan Fatih DAĞDELEN

Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ

For the protection of consumer rights, safety of food contact materials, which is the final chain from farm to fork, must be ensured and determination of their effects on food quality as well as any description of health risks arising from these materials should be established.

These obligations are stated in the Regulation of Food Contact Materials and Articles (Turkish Food Codex) as follows; "Migration from food contact materials to food cannot occur in the amount which could endanger human health or results in unwanted changes on food composition or its sensory properties".

However, chemical substances found in the structure of food contact materials and/or added while their manufacture may contaminate food and their amount can reach up to heights which are harmful to human health. Contamination of these chemical substances is described as "migration". Total and specific migration limits of each group of these chemical substances have been stated on international regulations but internationally accepted regulations still do not include all of them, especially silicone-based materials. This situation poses a risk to human health.

Migration and structure analyses were determined from a total of 57 kinds of silicone cake mold and plastic containers collected from markets. Significant changes were seen in some wavelengths in terms of structural determination of infrared spectra analysis of the samples. In plastic samples K, Al, Ca, Si, P, Fe, S and Cl are determined through XRF and in the silicon samples Ca, K, Mg, Al, Si, P, T, C, Fe, S, and C elements are determined. All of the samples total and specific metal migration analysis results are suitable.

Keywords: Migration, food contact material, silicone, plastic, kitchenware, metal, FTIR, DSC, XRF, ICPMS

2016, xxii + 399 pages.

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Bu doktora çalışması mali yönden Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından TAGEM/HSGYAD/14/A05/P01/47 proje no ile 2014-2016 yılları arasında desteklenerek sürdürülmüştür. Çalışmada, ülkemizde çeşitli renklerde ve kalitede ithal olarak gelen ve/veya yerli olarak üretilen, yüksek sıcaklıklarda tekrar tekrar yaygın bir şekilde kullanılabilen gıda ile temas eden plastik ve silikon mutfak gereçlerinin gıda kalitesine ve güvenilirliğine olan etkileri bazı kriterler yönünden incelenmiştir. Projede yerli ve ithal silikon ve plastik toplam 57 çeşit numune 2014 yılında piyasadan toplanarak incelenmeye alınmıştır. Bu numunelerden silikon kek kalıpları; 5 farklı ülkeye ait 11 farklı markanın 28 çeşit ürünü, plastik saklama kabı olarak ise 6 farklı ülkeye ait 22 farklı markanın 29 çeşit ürünü kullanılmıştır.

Çalışmalarımı yönlendiren, araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek akademik ortamda olduğu kadar beşeri ilişkilerde de engin fikirleriyle bana büyük katkılar sağlayan danışman hocam sayın Doç. Dr. Ozan GÜRBÜZ'e, tez süresince her konuda desteklerini aldığım hocalarım sayın Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN ve Doç. Dr. Canan DOĞAN'a,

Tezimin proje olarak Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü'nde yürütülmesinde görevli arkadaşlarım Gıda Mühendisi Esmâ KORKMAZ ve Nurcan AYŞAR GÜZELSOY olmak üzere kurum müdürüm Veteriner Hekim Harun SEÇKİN'e ve emeği geçen diğer çalışma arkadaşlarıma,

Tabiki en büyük destekçim eşim Gıda Mühendisi Ayşe DAĞDELEN ile annem Bilkay DAĞDELEN'e ve rahmetli babam Çapan DAĞDELEN'e en derin duygularla teşekkür ederim.

Adnan Fatih DAĞDELEN
19/02/2016

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR	iii
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xx
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1. Plastik Malzemeler	9
2.2. Silikon Malzemeler	14
2.3. Polimer ve Katkı Malzemelerin Tanımlanması ve Gıda Güvenirliliklerine Etkilerinin Belirlenmesi	21
2.4. Plastik ve Silikon Malzemelerden Geçen Kalıntılarla İlgili Yapılan Çalışmalar	23
3. MATERYAL VE YÖNTEM	39
3.1. Materyal	39
3.2. Yöntem	45
3.2.1. Numunelerin analize hazırlanması	45
3.2.1.1. Yıkama	45
3.2.1.2. Alan ve hacim ölçümleri	45
3.2.2. Analizler	47
3.2.2.1. Analiz metotlarının geçerli kılınması	47
3.2.2.2. Yapı tayini analizleri	50
3.2.2.2.1. Fourier dönüşümlü kızılötesi (FT-IR) spektrometre analizleri	50
3.2.2.2.2. X-ışınlı flouresans (XRF) spektrometre analizleri	51
3.2.2.2.3. Differansiyel taramalı kalorimetre (DSC) analizleri	53
3.2.2.3. Migrasyon analizleri	55
3.2.2.3.1. Toplam migrasyon analizleri	56
3.2.2.3.2. Spesifik migrasyon analizleri (metal migrasyonu)	57
4. BULGULAR	62
4.1. Yapı Tayini Analiz Bulguları	62
4.1.1. FT-IR spektrometre bulguları	62
4.1.1.1. FT-IR spektrometre analizleri için validasyon raporu	62
4.1.1.2. Plastik numunelere ait FT-IR spektrometre bulguları	62
4.1.1.3. Silikon numunelere ait FT-IR spektrometre bulguları	76
4.1.2. XRF spektrometre bulguları	90
4.1.2.1. XRF spektrometre analizleri için validasyon raporu	90
4.1.2.2. Plastik numunelere ait XRF spektrometre bulguları	90
4.1.2.3. Silikon numunelere ait XRF spektrometre bulguları	90
4.1.3. DSC bulguları	95
4.1.3.1. DSC analizleri için validasyon raporu	95
4.1.3.2. Plastik numunelere ait DSC bulguları	95
4.1.3.3. Silikon numunelere ait DSC bulguları	101
4.2. Migrasyon Analiz Bulguları	107
4.2.1. Toplam migrasyon analiz bulguları	107

4.2.1.1. Toplam migrasyon analizleri için validasyon raporu	107
4.2.1.2. Plastik numunelere ait toplam migrasyon analiz bulguları	107
4.2.1.3. Silikon numunelere ait toplam migrasyon analiz bulguları	107
4.2.2. Spesifik migrasyon analiz (metal migrasyonu) bulguları	112
4.2.2.1. Metal migrasyon analizleri için validasyon raporu	112
4.2.2.2. Plastik numunelerde metal migrasyon bulguları	113
4.2.2.3. Silikon numunelerde metal migrasyon bulguları	126
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	141
5.1.Yapı Tayini Analiz Sonuçları	141
5.1.1. FT-IR spektrometre analiz sonuçları	141
5.1.1.1. FT-IR spektrometre analizleri için validasyon sonuçları	141
5.1.1.2. Plastik numunelere ait FT-IR spektrometre analiz sonuçları	141
5.1.1.3. Silikon numunelere ait FT-IR spektrometre analiz sonuçları	142
5.1.2. XRF spektrometre analiz sonuçları	144
5.1.2.1. XRF spektrometre analizleri için validasyon sonuçları	144
5.1.2.2. Plastik numunelere ait XRF spektrometre analiz sonuçları	144
5.1.2.3. Silikon numunelere ait XRF spektrometre analiz sonuçları	144
5.1.3. DSC analiz sonuçları	146
5.1.3.1. DSC analizleri için validasyon sonuçları	146
5.1.3.2. Plastik numunelere ait DSC analiz sonuçları	146
5.1.3.3. Silikon numunelere ait DSC analiz sonuçları	146
5.2. Migrasyon Analizleri	148
5.2.1. Toplam migrasyon analiz sonuçları	148
5.2.1.1. Toplam migrasyon analizleri için validasyon sonuçları	148
5.2.1.2. Plastik numunelere ait toplam migrasyon analiz sonuçları	148
5.2.1.3. Silikon numunelere ait toplam migrasyon analiz sonuçları	149
5.2.2. Spesifik migrasyon analiz sonuçları	152
5.2.2.1. Metal migrasyon analizleri için validasyon raporu	152
5.2.2.2. Plastik numunelerde metal migrasyon sonuçları	152
5.2.2.3. Silikon numunelerde metal migrasyonları sonuçları	153
KAYNAKLAR	159
EKLER	165
EK 1. P1-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	174
EK 2. P2-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	177
EK 3. P3-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	180
EK 4. P4-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	183
EK 5. P5-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	186
EK 6. P6-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	189
EK 7. P7-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	192
EK 8. P8-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	195

EK 9.	P8-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	198
EK 10.	P9-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	201
EK 11.	P10-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	204
EK 12.	P10-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	207
EK 13.	P10-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	210
EK 14.	P10-4 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	213
EK 15.	P10-5 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	216
EK 16.	P11-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	219
EK 17.	P12-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	222
EK 18.	P13-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	225
EK 19.	P14-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	228
EK 20.	P15-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	231
EK 21.	P16-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	234
EK 22.	P17-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	237
EK 23.	P18-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	240
EK 24.	P19-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	243
EK 25.	P19-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	246
EK 26.	P20-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	249
EK 27.	P21-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	252
EK 28.	P22-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	255
EK 29.	P22-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	258
EK 30.	S1-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	261
EK 31.	S2-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	263
EK 32.	S3-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	265

EK 33.	S3-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	267
EK 34.	S3-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	269
EK 35.	S3-4 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	271
EK 36.	S4-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	273
EK 37.	S4-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	275
EK 38.	S4-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	277
EK 39.	S4-4 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	279
EK 40.	S4-5 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	281
EK 41.	S5-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	283
EK 42.	S6-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	285
EK 43.	S7-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	287
EK 44.	S7-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	289
EK 45.	S7-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	291
EK 46.	S8-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	293
EK 47.	S8-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	295
EK 48.	S8-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	297
EK 49.	S8-4 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	299
EK 50.	S8-5 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	301
EK 51.	S8-6 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	303
EK 52.	S8-7 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	305
EK 53.	S9-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	307
EK 54.	S10-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	309
EK 55.	S11-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	311
EK 56.	S11-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	313

EK 57.	S11-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler	315
EK 58.	P1, P2, P3 ve P4 kodlu plastik numunelerin DSC termogramlar	317
EK 59.	P5, P6, P7 ve P8-1 kodlu plastik numunelerin DSC termogramları	318
EK 60.	P8-2, P9, P10-1 ve P10-2 kodlu plastik numunelerin DSC termogramları	319
EK 61.	P10-3, P10-4, P10-5 ve P11 kodlu plastik numunelerin DSC termogramları	320
EK 62.	P12, P13, P14 ve P15 kodlu plastik numunelerin DSC termogramları	321
EK 63.	P16, P17, P18 ve P19-1 kodlu plastik numunelerin DSC termogramları	322
EK 64.	P19-2, P20, P21 ve P22-1 kodlu plastik numunelerin DSC termogramları	323
EK 65.	P22-12 kodlu plastik numunenin DSC termogramı	324
EK 66.	S1, S2, S3-1 ve S3-2 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları	325
EK 67.	S3-3, S3-4, S4-1 ve S4-2 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları	326
EK 68.	S4-3, S4-4, S4-5 ve S5 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları	327
EK 69.	S6, S7-1, S7-2 ve S7-3 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları	328
EK 70.	S8-1, S8-2, S8-3 ve S8-4 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları	329
EK 71.	S8-5, S8-6, S8-7 ve S9 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları	330
EK 72.	S10, S11-1, S11-2 ve S11-3 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları	331
EK 73.	P1, P2, P3 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	332
EK 74.	P4, P5, P6 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	333
EK 75.	P8-2, P9, P10-1 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	334
EK 76.	P12, P14, P15 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	335
EK 77.	P17, P19-2, P10-2 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	336
EK 78.	P7, P8-1, P21 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	337
EK 79.	P10-3, P18, P10-5, P16-1 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	338
EK 80.	P11, P13 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	339
EK 81.	P19-1, P20, P22-1, P22-2, P10-4 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	340

EK 82.	P3, P7, P8-1, P8-2, P10-1, P10-2, P10-4, P12, P14, P16, P20, P21, P22-2 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	341
EK 83.	P9, P10-3, P17, P19-1, P19-2, P22-1 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	342
EK 84.	P1, P5, P6, P15 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	343
EK 85.	S1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	344
EK 86.	S2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	345
EK 87.	S3-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	346
EK 88.	S3-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	347
EK 89.	S3-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	348
EK 90.	S3-4 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	349
EK 91.	S4-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	350
EK 92.	S4-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	351
EK 93.	S4-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	352
EK 94.	S4-4 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	353
EK 95.	S4-5 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	354
EK 96.	S5 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	355
EK 97.	S6 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	356
EK 98.	S7-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	357
EK 99.	S7-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	358
EK 100.	S7-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	359
EK 101.	S8-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	360
EK 102.	S8-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	361
EK 103.	S8-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	362
EK 104.	S8-4 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	363

EK 105.	S8-5 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	364
EK 106.	S8-6 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	365
EK 107.	S8-7 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	366
EK 108.	S9 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	367
EK 109.	S10 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	368
EK 110.	S11-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	369
EK 111.	S11-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	370
EK 112.	S11-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları	371
EK 113.	S1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	372
EK 114.	S2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	373
EK 115.	S3-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	374
EK 116.	S3-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	375
EK 117.	S3-3 ve S3-4 kodlu silikon numunelerden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	376
EK 118.	S4-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	377
EK 119.	S4-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	378
EK 120.	S4-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	379
EK 121.	S4-4 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	380
EK 122.	S4-5 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	381
EK 123.	S5 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	382
EK 124.	S6 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	383
EK 125.	S7-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	384
EK 126.	S7-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	385
EK 127.	S7-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	386
EK 128.	S8-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	387

EK 129.	S8-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	388
EK 130.	S8-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	389
EK 131.	S8-4 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	390
EK 132.	S8-5 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	391
EK 133.	S8-6 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	392
EK 134.	S8-7 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	393
EK 135.	S9 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	394
EK 136.	S10 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	395
EK 137.	S11-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	396
EK 138.	S11-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	397
EK 139.	S11-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları	398
ÖZGEÇMİŞ		399

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
Al	Alüminyum
As	Arsenik
B	Bor
Ba	Baryum
Be	Berilyum
Bi	Bizmut
C	Karbon
C ₂ H ₃	Vinil
C ₆ H ₅	Fenil
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
CH ₃	Metil
cm	Santimetre
cm ³	Santimetre küp
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
dk	Dakika
dm ²	Desimetre kare
F	Flor
Fe	Demir
g	Gram
Ga	Galyum
H	Hidrojen
H ₂ PtCl ₆	Hekzakloroplatinik asit
H ₂ SO ₄	Sülfirik asit
HCl	Hidroklorik asit
HF	Hidroflorik asit
Hf	Hafniyum
HNO ₃	Nitrik asit
In	İndiyum
in ²	İnç kare
K	Potasyum
kg	Kilogram
L	Litre
Li	Lityum
m (w)	Kütle
mg	Miligram

Mg	Magnezyum
mJ	Milijoule
mL	Mililitre
mm	Milimetre
Mn	Mangan
Mo	Molibden
mV	Milivolt
MW	Molekül ağırlığı
MΩ	Megaohm
Na	Sodyum
Ni	Nikel
nm	Nanometre
P	Fosfor
Pb	Kurşun
Pd	Paladyum
ppm	Milyonda bir
Pt	Platinyum
R ²	Korelasyon katsayısı karesi
Rh	Rodyum
rps	Saniyedeki devir
Ru	Ruthenyum
Sb	Antimony
Se	Selenyum
Si	Silisyum
Sn	Kalay
Sr	Stronsiyum
Tc	Kristalizasyon sıcaklığı
Tg	Camsı geçiş sıcaklığı
Ti	Titanyum
Tl	Talyum
Tm	Erime sıcaklığı
U	Uranyum
V	Vanadyum
Zn	Çinko
Zr	Zirkonyum
%	Yüzde
(CH ₃) ₂ SiCl ₂	Diklorodimetilsilan
°C	Santigrat derece
µg	Mikrogram

Kısaltmalar	Açıklama
AAS	Atomik Absorpsiyon Spektrometresi (Atomic Absorption Spectrometer)
AB	Avrupa Birliği
ABS	Akrilonitril Bütadien Stiren (Acrylonitrile Butadiene Styrene)
ADI	Kabul Edilebilir Günlük Alım (Acceptable Daily Intake)
amu	Atomik Kütle Birimi (Atomic Mass Unit)
ASE	Hızlandırılmış Solvent Ekstraksiyonu (Accelerated Solvent Extraction)
ASTM	Test Malzemeleri için Amerikan Standartları (American Standards Testing Materials)
ATR	Zayıflatılmış Toplam Yansıma (Attenuated Total Reflection)
BfR	Almanya Risk Değerlendirme Enstitüsü (The Federal Institute for Risk Assessment –Bundesinstitut für Risikobewertung)
DART	Gerçek Zamanlı Direkt Analiz (Direct Analysis In Real Time)
DSC	Differansiyel Taramalı Kalorimetri (Differential Scanning Calorimetry)
DTA	Differansiyel Termal Analiz (Differential Thermal Analysis)
EG	Etilen Glikol (Ethylene Glycol)
ELSD	Buharlaştırıcı Işık Saçılımlı Dedektör (Evaporative Light Scattering Detector)
EN	Avrupa Normu (European Norm)
EVOH	Etilen Vinil Alkol (Ethylene Vinyl Alcohol)
FDA	Amerika Gıda ve İlaç Otoritesi (Food and Drug Administration)
FID	Alev İyonizasyonlu Dedektör (Flame Ionization Dedector)
FPM	Temel Parametreler Metodu (Fundamental Parameter Method)
FT-IR	Fourier Dönüşümlü Kızılötesi (Fourier Transform Infrared)
GB-A	Gıda Benzeri A: pH > 4.5 olan sulu gıdalar için
GB-B (%3 HOAc)	Gıda Benzeri B: pH < 4.5 olan sulu gıdalar için
GB-D1 (%50 EtOH)	Gıda Benzeri D1: Su içinde yağ emülsiyonları için
GB-D2 (YAĞ)	Gıda Benzeri D2: Yüzeylerinde serbest yağ içeren gıdalar için
GB-D3 (%95 EtOH)	Gıda Benzeri D3: GB-D2'nin alternatifi
GB-D4 (İzooktan)	Gıda Benzeri D4: GB-D2'nin alternatifi
GB-E (Tenaks)	Gıda Benzeri E: Kuru gıdalar için
GC	Gaz Kromatografisi (Gas Chromatography)
GPC	Jel Geçirgenlik Kromatografisi (Gel Permeation Chromatography)
GTEM	Gıda ile Temas Eden Malzemeler
GTEPM	Gıda ile Temas Eden Plastik Malzemeler
GTHB	Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
HDPE	Yüksek Yoğunluklu Polietilen (High Density Polyethylene)

H-NMR	Nükleer Manyetik Rezonans (Proton Nuclear Magnetic Resonance)
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (High Performance Liquid Chromatography)
HS	Tepe Boşluğu (Headspace)
ICP	İndüktif Eşleşmiş Plazma (Inductively Coupled Plasma)
JECFA	Gıda Katkıları Dünya Uzmanlar Komitesi (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives)
LC	Sıvı Kromatografisi (Liquid Chromatography)
LDPE	Düşük Yoğunluklu Polietilen (Low Density Polyethylene)
LLDPE	Düz zincir Düşük Yoğunluklu Polietilen (Linear Low Density Polyethylene)
LOD	Tespit Limiti (Limit of Detection)
LOQ	Ölçüm Limiti (Limit of Quantification)
MALDI	Matriks Destekli Lazer Desorpsiyon İyonizasyonu (Matrix Assisted Laser Desorption/Ionization)
MLR	Çoklu Doğrusal Regrasyon (Multiple Linear Regression)
MS	Kütle Spektrometresi (Mass Spectrometry)
NAA	Nötron Aktivasyon Analiz (Neutron Activation Analysis)
NMKL	Norveç Gıda Analiz Komitesi (Nordic Committee on Food Analysis - Nordisk Metodikkomité for Næringsmidler)
OES	Optik Emisyon Spektrometresi (Optical Emission Spectrometry)
PA	Poliamit (Polyamid)
PC	Polikarbonat (Polycarbonat)
PCB	Poliklorinatbifenil (Polychlorinatedbiphenyl)
PCR	Temel Bileşen Regrasyon (Principal Component Regression)
PDMS	Polidimetil Siloksan (Polydimethyl Siloxane)
PE	Polietilen (Polyethylene)
PET	Polietilen Tereftalat (Polyethylene Terephthalate)
PLS	Kısmi En Küçük Kareler Regrasyonu (Partial Least Squares Regression)
PP	Polipropilen (Polypropylene)
PS	Polistiren (Polystyrene)
PSE	Basınçlı Solvent Ekstraksiyonu (Pressurized Solvent Extraction)
PTFE	Politetrafloroetilen (Polytetrafluoroethylene)
PU	Poliüretan (Polyurethane)
PVAC	Polivinil Asetat (Polyvinyl Acetate)
PVC	Polivinil Klorit (Polyvinyl Chloride)
PVDF	Polivinilden Florit (Polyvinylidene Fluoride)
RAPRA	İngiltere Kauçuk ve Plastik Araştırma Birliği (Rubber and Plastic Research Association)
Refluks	Geri Akış Koşulları
RSD	Rölatif Standart Sapma (Relative Standard Deviation)
SAN	Stiren Akrlonitril (Styrene Acrylonitrile)

SCF	Bilimsel Gıda Komitesi (Scientific Committees on Food)
SD	Standart Sapma (Standard Deviation)
TDI	Tolere Edilebilen Günlük Alım (Tolerable Daily Intake)
TGA	Termogravimetrik Analiz (Thermogravimetric Analysis)
TGK	Türk Gıda Kodeksi
TLC	İnce Tabaka Kromatografisi (Thin Layer Chromatography)
TMA	Termo Mekanik Analiz (Thermomechanical Analysis)
TOF	UuŖ Zamanlı (Time of Flight)
TPA	Tereftalik asit (Terephthalic acid)
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
UV-Vis	Ultraviyole-Grnr Blge (Ultraviolet-Visible)
VOC	Uçucu Organik BileŖikler (Volatile Organic Compounds)
YN	Yarı-niceliksel (Semi-quantitative)
WD-XRF	Dalga Boyu Dağılımlı X-IŖınlı Flouresans (Wavelength Dispersive X-Ray Fluorescence)

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. GTEM ile ilgili AB’ndeki düzenlemeler	3
Şekil 2.2. GTEM ile ilgili Türkiye’deki düzenlemeler	4
Şekil 2.3. Geçirgen olmayan, geçirgen ve gözenekli malzemelerde migrasyon görselleri	5
Şekil 2.4. Migrasyonu etkileyen faktörler	8
Şekil 2.5. Bazı önemli polimerlerin yapısı	12
Şekil 2.6. Plastik enjeksiyon kalıplama çevrimi a) Dolum, b) Ütüleme ve soğutma c) Soğutma ve mal alma d) Kalıbın açılıp ürün alınması	13
Şekil 2.7. Bazı önemli silikon polimerlerin kimyasal yapısı: a) dimetilsiloksan, b) metilfenilsiloksan, c) difenilsiloksan ve d) 3,3,3-trifluoropropilmetil siloksan	14
Şekil 2.8. Halkalı (cyclic) ve düz zincir (linear) siloksan yapıları	19
Şekil 2.9. Silikon kek kalıplarından gerçek gıda ve gıda benzerlerine geçen toplam kalıntı miktarları	27
Şekil 3.1. Piyasadan toplanan plastik saklama kabı görselleri	41
Şekil 3.2. Piyasadan toplanan silikon kek kalıbı numune görselleri	44
Şekil 3.3. Numunelerde yapılacak analizler	45
Şekil 3.4. Numunelerin yıkanmaları sonrası örnek görüntüleri	46
Şekil 3.5. Analizde kullanılan ATR üniteli FT-IR spektrometresi ve cihazda veri eldesi	50
Şekil 3.6. Analizde kullanılan WD-XRF cihazı ve cihazda veri eldesi	52
Şekil 3.7. Rigaku Supermini WD-XRF cihazına ait element analiz spektrum kesiti	52
Şekil 3.8. Analizde kullanılan DSC cihazı ve cihaz iç görüntüsü	53
Şekil 3.9. Silikona ait temel DSC ile termal görüntüsü	54
Şekil 3.10. Metal analizinde kullanılan cihazlar ve ICP-MS ile veri eldesi	57
Şekil 3.11. ICP-MS’te çalışan metallere ait kalibrasyon grafikleri	60
Şekil 4.1. P1, P2, P3, P4, P5, P6 nolu numunelerin FT-IR spektrumu	64
Şekil 4.2. P7, P8-1, P8-2, P9 nolu numunelerin FT-IR spektrumu	65
Şekil 4.3. P10-1, P10-2, P10-3, P10-4, P10-5 nolu numunelerin FT-IR spektrumu	66
Şekil 4.4. P11, P12, P13, P14, P15 nolu numunelerin FT-IR spektrumu	67
Şekil 4.5. P16, P17, P18, P19-1, P19-2 nolu numunelerin FT-IR spektrumu	68
Şekil 4.6. P20, P21, P22-1, P22-2 nolu numunelerin FT-IR spektrumu	69
Şekil 4.7. GB-A, GB-B, GB-D1, GB-D2, GB-D3 ve GB-D4 kodlu gıda benzerlerinin FT-IR spektrumu	70
Şekil 4.8. FT-IR spektrometrede plastik numunelerle temas etmiş GB-D4 spektrumu ile temas etmemiş GB-D4’ün spektrumunda anlamlı farklılığın olduğu bölge görüntüsü-1	72

Şekil 4.9.	FT-IR spektrometrede plastik numunelerle temas etmiş GB-D4 spektrumu ile temas etmemiş GB-D4'ün spektrumunda anlamlı farklılığın olduğu bölge görüntüsü-2 (yakınlaştırılmış görüntü)	73
Şekil 4.10.	FT-IR spektrometrede plastik numunelerle temas eden GB-D4'te anlamlı farklılık görülen bölgenin fark spektrumu	74
Şekil 4.11.	S2, S3-1, S3-2, S3-3, S3-4 nolu numunelerin FT-IR spektrumu	77
Şekil 4.12	S4-1, S4-2, S4-3, S4-4, S4-5 nolu numunelerin FT-IR spektrumu	78
Şekil 4.13	S1, S5, S11-1, S11-2, S11-3 nolu numunelerin FT-IR spektrumu	79
Şekil 4.14	S6, S7-1, S7-2, S7-3, S9-1, S10-1 nolu numunelerin FT-IR spektrumu	80
Şekil 4.15.	S8-1, S8-2, S8-3, S8-4, S8-5, S8-6, S8-7 nolu numunelerin FT-IR spektrumu	81
Şekil 4.16.	GB-B, GB-D1, GB-D2, GB-D3 kodlu gıda benzerlerinin FT-IR spektrumu	82
Şekil 4.17.	FT-IR spektrometrede silikon numune (kontrol) spektrumu ile GB-D2 ile temas sonrası silikon numune spektrumunda anlamlı farklılığın olduğu bölgeler görüntüsü-1	84
Şekil 4.18.	FT-IR spektrometrede plastik numune (kontrol) ile GB-D4 ile temas sonrası plastik numune spektrumunda anlamlı farklılığın olduğu bölge görüntüsü-2 (yakınlaştırılmış görüntü)	85
Şekil 4.19.	FT-IR spektrometrede GB-D4 ile temas etmiş silikon numune spektrumundan ile temas etmemiş silikon numune (kontrol) spektrumunun çıkarılmış spektrumu	86
Şekil 4.20.	FT-IR spektrometrede silikon numunelerle temas etmiş GB-B spektrumu ile temas etmemiş GB-B'nin (kontrol) spektrumunda anlamlı farklılığın olduğu bölgelerin görüntüsü-1	87
Şekil 4.21.	FT-IR spektrometrede silikon numunelerle temas etmiş GB-B spektrumu ile temas etmemiş GB-B'nin (kontrol) spektrumunda anlamlı farklılığın olduğu bölgelerin görüntüsü-2 (yakınlaştırılmış görüntü)	88
Şekil 4.22.	FT-IR spektrometrede silikon numune ile temas etmiş GB-B'nin spektrumunun temas etmemiş GB-B (kontrol) spektrumundan çıkarılmış spektrumu	89
Şekil 4.23.	P1, P2, P3, P4, P5, P6 ve P7 kodlu plastik numunelerin bir arada DSC termogramları	97
Şekil 4.24.	P8-1, P8-2, P9, P10-1, P10-2, P10-3, P10-4 ve P10-5 kodlu plastik numunelerin bir arada DSC termogramları	98
Şekil 4.25.	P11, P12, P13, P14, P15, P16 ve P17 kodlu plastik numunelerin bir arada DSC termogramları	99
Şekil 4.26.	P18, P19-1, P19-2, P20, P21, P22-1 ve P22-2 kodlu plastik numunelerin bir arada DSC termogramları	100
Şekil 4.27.	S1, S2, S3-1, S3-2, S3-3 ve S3-4 kodlu silikon numunelerin bir arada DSC termogramları	102
Şekil 4.28.	S4-4, S4-5, S7-2, S8-1, S8-5 ve S11-3 kodlu silikon numunelerin bir arada DSC termogramları	103
Şekil 4.29.	S4-1, S4-3, S5, S6, S7-1 ve S7-3 kodlu silikon numunelerin bir arada DSC termogramları	104

Şekil 4.30. S8-2, S8-3, S8-4, S8-6 ve S8-7 kodlu silikon numunelerin bir arada DSC termogramları	105
Şekil 4.31. S9, S10, S11-1 ve S11-2 kodlu silikon numunelerin bir arada DSC termogramları.	106
Şekil 4.32. Toplam migrasyon analizi (GB-D3 ile) sonucu görsel olarak belirgin geçişlerin olduğu bazı silikon numuneler	110
Şekil 4.33. GB-D3 ile yapılan toplam migrasyon analizinde 3. kullanım sonucu görsel olarak belirgin geçişlerin olduğu silikon numunelerin görselleri	111



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. AB’nde 1935/2004/EC sayılı tüzüğe göre GTEM’lerin sınıflandırılmaları	4
Çizelge 2.2. Plastik gıda ambalaj türleri, özellikleri ve kullanım alanları	10
Çizelge 2.3. Silikon ürünlerden gıdaya geçebilecek potansiyel ana kalıntı grupları	20
Çizelge 2.4. Silikon ürünlerden gıdaya geçebilecek potansiyel ana kalıntı gruplarının başlıca özellikleri	20
Çizelge 2.5. Silikon numunelerden migrasyon ile gıdaya geçen metaller	24
Çizelge 2.6. Silikon numunelerden farklı sıcaklıklarda 1 saatlik test koşulda geçen toplam kalıntı miktarı	25
Çizelge 2.7. Silikon kek kalıplarının H-NMR ve gravimetrik yöntemlerle izooktan ve %95 etanol gıda benzerleri ile yapılan toplam migrasyon sonuçlarının karşılaştırılması	27
Çizelge 2.8. Silikon fırın kalıplarında %50 etanol gıda benzeri ile %95 etanol ve tenaks gıda benzerleri ile yapılan toplam migrasyon bulgularının karşılaştırılması	30
Çizelge 2.9. Silikon fırın gereçlerinde saptanan siloksanlar	32
Çizelge 2.10. Silikon kalıplardan GB-D3’e geçen toplam migrasyon sonuçlarının 3 farklı test metoduna göre karşılaştırılması	33
Çizelge 2.11. Polietilen numunelerde ve numunelerden bazı gıda benzerlerine geçen elementlerin miktarları	35
Çizelge 3.1. Piyasadan toplanan plastik saklama kabı numune etiket bilgileri ve kodlamaları	40
Çizelge 3.2. Piyasadan toplanan silikon kek kalıbı numune etiket bilgileri ve kodlamaları	43
Çizelge 3.3. Silikon ve plastik numune ölçüleri	46
Çizelge 3.4. Validasyonu değerlendirmede kullanılan önemli performans parametreleri	48
Çizelge 3.5. Orta infrared spektroskopisi soğurma bölgeleri ve özellikleri	51
Çizelge 3.6. DSC cihazında metot parametreleri	54
Çizelge 3.7. Numuneler için belirlenen gıda benzerleri ve test koşulları	55
Çizelge 3.8. Migrasyon analizleri ile elde edilen gıda benzerlerinin analizlerde kullanılma durumları	55
Çizelge 3.9. Mikrodalgada parçalama programı	59
Çizelge 3.10. ICP-MS Parametreleri	59
Çizelge 3.11. Belirlenen elementlerin ICP-MS’te çalışma koşulları	59
Çizelge 3.12. Çalışmada belirlenen elementlerin ulusal ve uluslar arası düzenlemelerde bulunan limitleri	61
Çizelge 4.1. FT-IR spektrometre analizleri için validasyon parametreleri	62
Çizelge 4.2. Plastik numunelerle temas etmiş GB-D4’de meydana gelen değişimin FT-IR spektrometre ile incelenmesi	71
Çizelge 4.3. Kızılötesi spektroskopide önemli bazı bileşik gruplarının bantları ve bağ yapıları	75

Çizelge 4.4.	Silikon numunelerle temas etmiş GB-B ve GB-D2 ile temas etmiş silikon numunelerde meydana gelen değişimin FT-IR spektrometre ile incelenmesi	83
Çizelge 4.5.	WD-XRF analizleri için validasyon parametreleri	90
Çizelge 4.6.	Plastik numunelerin WD-XRF ile yarı niceliksel olarak içeriğindeki elementler ve miktarları	91
Çizelge 4.7.	Silikon numunelerin WD-XRF ile yarı niceliksel olarak taranarak içeriğinde saptanan elementler ve miktarları	93
Çizelge 4.8.	Termal analizler için validasyon parametreleri	95
Çizelge 4.9.	Plastik numunelere ait termal özellikler	96
Çizelge 4.10.	Silikon numunelere ait termal özellikler	101
Çizelge 4.11.	Toplam migrasyon analizi metot validasyon raporu	107
Çizelge 4.12.	Plastik numunelerin 1., 2. ve 3. tekrar kullanım sonucu toplam migrasyon bulguları	108
Çizelge 4.13.	Silikon numunelerde 1., 2. ve 3. tekrar kullanım sonucu toplam migrasyon bulguları	109
Çizelge 4.14.	Metaller için ICP-MS’te yapılan validasyon çalışmaları raporu	112
Çizelge 4.15.	Plastik numunelerden GB-B’ye geçen elementler	114
Çizelge 4.16.	Plastik numunelerden GB-D2’ye geçen elementler.	117
Çizelge 4.17.	Plastik numunelerden GB-B’ye geçen elementlerin her bir kullarımdaki en yüksek düzeylerinin ilgili düzenlemelerle karşılaştırılması	120
Çizelge 4.18.	Plastik numunelerden GB-D2’ye geçen elementlerin her bir kullarımdaki en yüksek düzeylerinin ilgili düzenlemelerle karşılaştırılması	120
Çizelge 4.19.	Plastik numunelerden GB-B’ye geçen toplam ve metal migrasyon bulgularının karşılaştırılması	121
Çizelge 4.20.	Plastik numunelerin bileşimindeki metallerin, gıda benzerlerine geçişlerinin karşılaştırılması	122
Çizelge 4.21.	Plastik numunelerden GB-B’ye geçen toplam metal miktarları ile numunelerin gıda ile temas eden yüzeylerinin renkleri arasındaki ilişki	124
Çizelge 4.22.	Plastik numunelerden GB-D2’ye geçen toplam metal miktarları ile numunelerin gıda ile temas eden yüzeylerinin renkleri arasındaki ilişki	125
Çizelge 4.23.	Silikon numunelerden GB-B’ye geçen elementler.	127
Çizelge 4.24.	Silikon numunelerden GB-D2’ye geçen elementler.	130
Çizelge 4.25.	Silikon numunelerden GB-B’ye geçen elementlerin her bir kullarımdaki en yüksek düzeylerinin ilgili düzenlemelerle karşılaştırılması	134
Çizelge 4.26.	Silikon numunelerden GB-D2’ye geçen elementlerin her bir kullarımdaki en yüksek düzeylerinin ilgili düzenlemelerle karşılaştırılması	134
Çizelge 4.27.	Silikon numunelerden GB-B’ye geçen toplam ve metal migrasyon bulgularının karşılaştırılması	135
Çizelge 4.28.	Silikon numunelerin bileşimindeki metallerin, gıda benzerlerine geçişlerinin karşılaştırılması	136

Çizelge 4.29. Silikon numunelerden GB-B'ye geçen toplam metal miktarları ile numunelerin gıda ile temas eden yüzeylerinin renkleri arasındaki ilişki	139
Çizelge 4.30. Silikon numunelerden GB-D2'ye geçen toplam metal miktarları ile numunelerin gıda ile temas eden yüzeylerinin renkleri arasındaki ilişki	140



1. GİRİŞ

Tarladan çatala gıda güvenilirliği zincirindeki son halka olan gıda ile temas eden malzemelerin güvenilirliğinin sağlanması, gıda kalitesi/güvenliği üzerine etkisinin belirlenmesi ve bu malzemelerden kaynaklanan sağlık risklerinin tanımlanması tüketici haklarının korunması açısından zorunludur.

Türk Gıda Kodeksi, “Gıda İle Temas Eden Madde ve Malzemeler Yönetmeliğinde” bu durum “Bu malzemelerden insan sağlığını tehlikeye sokacak veya gıdanın bileşiminde istenmeyen değişimlere neden olacak veya duyuşal özelliklerinde değişikliğe neden olacak miktarda geçiş olamaz” cümlesi ile tanımlanmıştır.

Ancak bu malzemelerin yapılarında yer alan ve/veya üretimleri sırasında ilave edilen kimyasal maddeler gıdalara geçebilmekte ve insan sağlığına zarar verecek boyutlara ulaşabilmektedir. Sözü edilen kimyasal maddelerin geçişi **migrasyon** olarak tanımlanmakta ve her bir gıda ile temas eden malzeme grubu için uluslararası standartlar göz önüne alınarak toplam ve spesifik migrasyon değerleri ile kontrol edilmesi hedeflenmiştir. Fakat başta silikon esaslı malzemeler olmak üzere bazı malzemelerde uluslararası normlarda düzenlemeler oluşturulmamıştır. Bu durum insan sağlığı üzerinde gıda ile temas eden malzemeler yönünden risk oluşturmaktadır.

Bu sebeple yapılan bu çalışmada;

- Ulusal ve uluslararası kabul edilen bir mevzuatının bulunmaması,
- Az sayıda yapılan literatür çalışmasının, gıdalarda oluşması muhtemel risklerin belirlenmesine katkı sağlayamaması,
- Halihazırda ticari olarak ucuz, kolay bulunabilir ve kullanımının pratik olması sebebiyle, yaygın olarak satılması ve yüksek sıcaklıklarda tekrar kullanılabilmesi,
- Şimdiye kadar ülkemizde toplam ve spesifik migrasyon düzeyleri yönünden incelenmemiş olan **silikon kek kalıpları** ile
- Ulusal ve uluslararası kabul edilen bir mevzuatı bulunan ancak özellikle metal migrasyonu yönünden şimdiye kadar incelenmeyen, tekrar kullanılabilen **plastik saklama kapları** seçilerek incelenmiştir.

Tez çalışmasında yerli ve ithal toplam 57 çeşit silikon ve plastik numune 2014 yılında piyasadan toplanarak ülkemiz ve Avrupa Birliği düzenlemeleri dikkate alınarak ISO, EN ve ASTM standartlarına göre analizler yapılmıştır. Bu numunelerden silikon kek kalıplarını temsilen; 5 farklı ülkeye ait 11 farklı markanın 28 çeşit ürünü, plastik saklama kabı olarak da 6 farklı ülkeye ait 22 farklı markanın 29 çeşit ürünü kullanılmıştır.

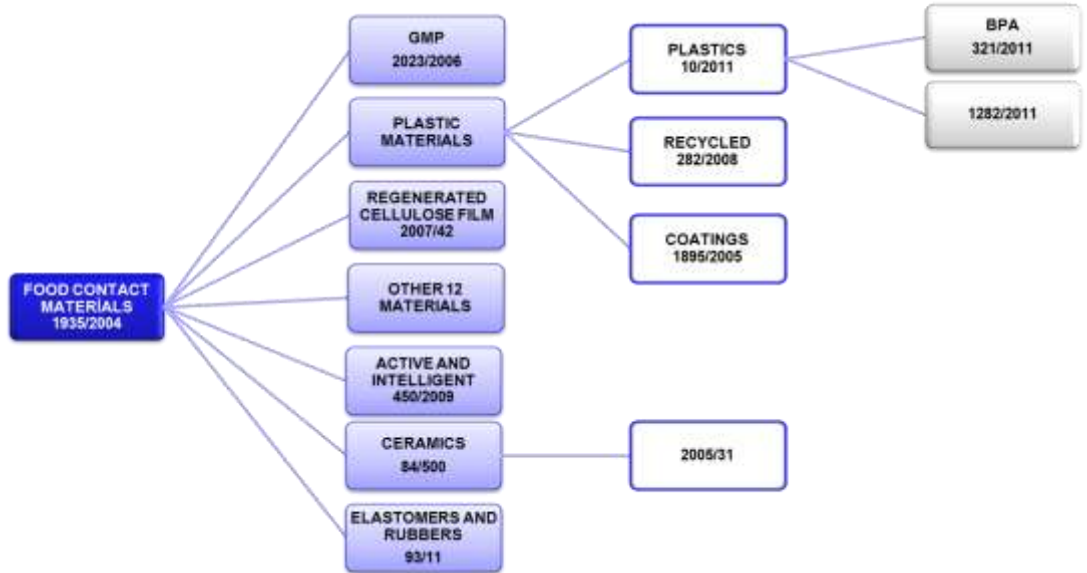


2. KAYNAK ÖZETLERİ

Yüzyıllardır insanoğlunun temel gereksinimlerinden biri olan beslenme ihtiyacının kaliteli, hızlı ve güvenilir temini için tarladan çatala gıda güvenilirliği zincirinin son halkası olan gıda ile temas eden madde ve malzemelerin güvenilir olması, gıda kalitesi/güvenliği üzerine etkisinin belirlenmesi ve bu malzemelerden kaynaklanan sağlık risklerinin tanımlanması tüketici haklarının korunması bakımından zorunludur.

Bu nedenle dünyada gıda ile temas eden malzemeler (GTEM) ile ilgili ülke bazında ve uluslararası alanda birçok sınıflama ve düzenleme oluşturularak bu malzemelerden kaynaklanabilecek riskler belirlenmeye çalışılmıştır.

Avrupa Birliği'nde (AB) GTEM'ler 1935/2004/EC sayılı konsey kararı ile genel olarak tanımlanmış ve oluşturulan alt düzenlemelerle spesifik olarak herbir malzeme grubu için detaylı tanımlamalar yapılmıştır (Şekil 2.1). 1935/2004/EC sayılı konsey kararında GTEM'ler hakkında tanımlamalar, genel kurallar, etiketleme ve analiz metotlarının geçerliliği ile ilgili tanımlayıcı genel bilgiler yer almaktadır. Ayrıca bu konsey kararında malzemeler yapılarına göre 17 gruba ayrılmış (Çizelge 2.1) ve her grubun spesifik olarak incelenmesi gerektiği belirtilmiştir (Anonim 2004a).



Şekil 2.1. GTEM ile ilgili AB'ndeki düzenlemeler

Çizelge 2.1. AB’nde 1935/2004/EC sayılı tüzüğe göre GTEM’lerin sınıflandırılmaları

Kullanım alanlarına göre	Yapılarına göre		
1. Ambalaj malzemeleri	1. Tekstil ürünleri	7. Seramik	13. Mantarlar
2. Mutfak araç ve gereçleri	2. Elastomer ve kauçuklar	8. Ahşap	14. Yapıştırıcılar
3. Gıda işleme ekipmanları	3. Parlatıcı ve kaplamalar	9. Silikon	15. Reçineler
	4. Aktif ve akıllı malzemeler	10. Plastik	16. Metal
	5. Rejenere selüloz film	11. Cam	17. Vakslar
	6. Mürekkepler	12. Kağıt	

Ülkemizde ise Avrupa Birliği’ne (AB) katılım müzakereleri çerçevesinde kanunlarını uyumlu hale getirilme sürecinde GTEM’lerle ilgili tüm mevzuat elden geçirilmiştir. Oldukça geniş, çeşitli yapıda ve kullanım alanına sahip GTEM’ler ile ilgili ulusal düzenlemeler, ülkemizde Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB) yetki alanında olup üretimlerinden son kullanıcıya ulaşıncaya kadar izlenebilirliğini ve kontrolünü sağlamak için AB’ne uyumlu birçok yatay ve dikey mevzuat oluşturulmuştur. Ülkemizde GTEM’lerle ilgili mevzuat yapısı Şekil 2.2’de verilmiştir.

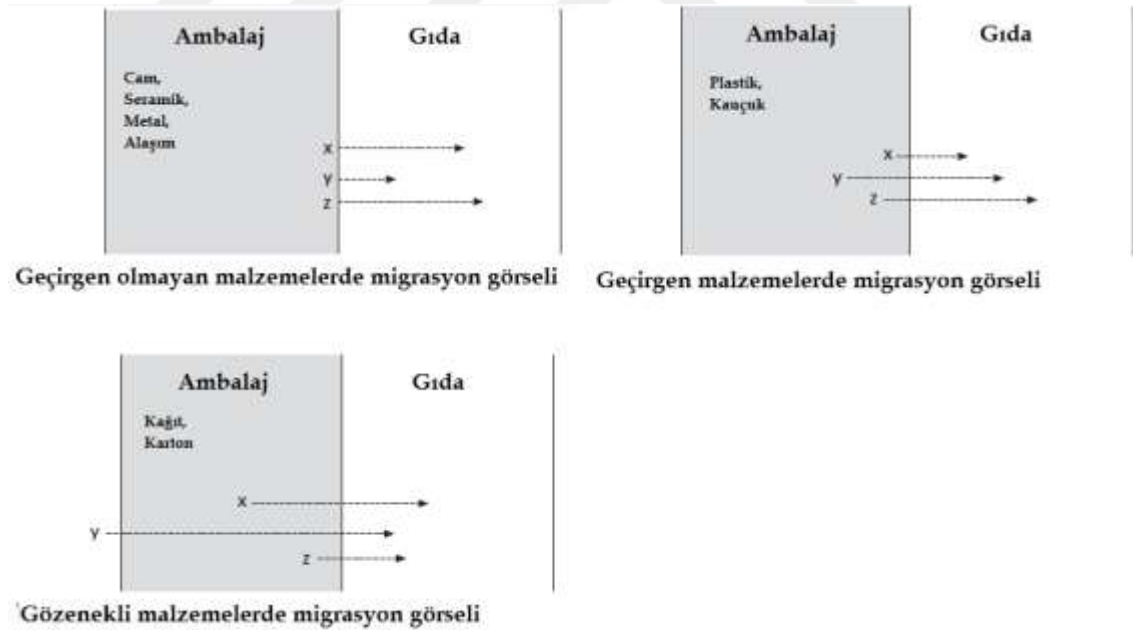


Şekil 2.2. GTEM ile ilgili Türkiye’deki düzenlemeler

Ülkemizde 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu’nda GTHB’nın GTEM’lerle ilgili sorumlulukları belirtilir. Bu kanunda GTEM’ler; “Gıda maddeleri ile temasta bulunan veya bulunmak üzere üretilen her türlü madde ve malzeme” olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca Türk Gıda Kodeksi (TGK) GTEM’ler Yönetmeliğine göre; “Gıda ile temas eden malzemelerden insan sağlığını tehlikeye

sokacak veya gıdanın bileşiminde istenmeyen değişimlere neden olacak veya duyuşsal özelliklerinde değişikliğe neden olacak miktarda geçiş olamaz” diye tanımlanmıştır (Anonim 2010a, 2011a).

Ancak herhangi bir gıda maddesinin ambalajlanması sonucunda, “gıda, ambalaj ve çevreden” oluşan bir model ortaya çıkmakta ve belirli bir süreçte, birbirleriyle etkileşim halinde bulunan ilişkiler ve madde geçişleri gerçekleşmektedir. Çoğu kez karşılıklı olan bu etkileşimler bağlamında, hem ambalaj malzemesinden gıdaya hem de gıdanın ambalaj malzemesine madde göçleri olmaktadır (Şekil 2.3). Bu göçler tek başına olabileceği gibi çeşitli kimyasal tepkimeler eşliğinde de ortaya çıkabilmektedir. Sonuçta gıda maddesinin kalitesi bozulabilmekte, ambalajın bazı özellikleri geçen maddenin özelliğine ve miktarına bağlı olarak değişebilmekte ve hatta ambalaj koruyucu işlevlerini yitirebilmektedir. Bu madde geçişi polimer malzemelerde **migrasyon (migration)**, metal malzemelerde ise **salınım (release)** olarak tanımlanmaktadır (Üçüncü 2007, Anonim 2013c).



Şekil 2.3. Geçirgen olmayan, geçirgen ve gözenekli malzemelerde migrasyon görselleri (Castle 2007)

Geçen bu kalıntılar Dünya Uzmanlar Komitesi (JECFA) ve Avrupa Bilimsel Gıda Komitesi (SCF) tarafından belirlenen kabul edilebilir günlük alıma (ADI) veya tolere edilebilen günlük alıma (TDI) göre sınırlandırılmıştır. Bu sınır 60 kg ağırlığındaki bir kişinin yaşamı boyunca her gün izin verilen maksimum miktarda söz konusu madde içeren malzemeyle ambalajlanmış 1 kg gıda tükettiği varsayılarak hesaplanmaktadır. Her bir malzeme grubu için bu hesaplama dikkate alınarak uluslararası olarak toplam ve spesifik migrasyon değerleri ile sınırlamalar getirilmeye çalışılmıştır. Genel olarak AB’de bu sınırlamaların değerlendirilmesinde yüksek (5-60 mg/kg), orta (0,05-5 mg/kg) ve düşük (<0,05 mg/kg) olmak üzere 3 seviye kullanılır (Anonim 2004a, 2008e, 2011b).

Gıda ile temas eden yüzeylerle ilgili listeler ve uygulamalar son derece ayrıntılı ve sınırlayıcı olarak ortaya konmuş ve izlenemeyecek kadar çok sayıda listeler hazırlanmıştır. Buradaki temel yaklaşım, gıda ile temas eden yüzeylerdeki olumsuzluk ve risklerin ambalaj teknolojisi ve üretimdeki önlemler ile kontrol altına alınması ilkesidir. Böylece çok daha karmaşık yapıda olan gıda-ambalaj iç yüzeyi ilişkisinin başka şekilde kontrolünün ve güvenliğinin sağlanamayacağı gerçeğidir. Ancak bu kontrolün sağlanmasında en güvenilir yöntem migrasyon testleridir (Üçüncü 2007).

Toplam migrasyon testlerinde ambalajdan gıdaya geçen toksik yada toksik olmayan tüm maddelerin toplamı belirlenebildiği için elde edilen sonuçlardan ambalajın toksikolojisi hakkında kesin bir yargıda bulunulamaz. Ancak belirtilen migrasyon sınırı, hem gıda güvenliği açısından ve hem de yapılması gereken çok sayıdaki spesifik migrasyon testlerinin sayısını azaltması bakımından büyük öneme sahiptir. Eğer test sonucu belirlenen toplam migrasyon değeri, her bir spesifik migrant limitlerinin altında ise spesifik migrasyon analizlerinin yapılmasına gerek yoktur (Üçüncü 2007).

Polimerlerden gıdaya kimyasal maddelerin difüzyonu oldukça karmaşık bir prosese sahip olup dünyada son 40 yıldır birçok araştırmacı tarafından açıklanmaya çalışılmıştır. Difüzyonun, ambalaj filmi ve gıdadaki kimyasal maddelerin konsantrasyonuna, gıdanın yapısına, sıcaklığa ve temas süresine gibi bağımlı olduğu bazı parametreler vardır. Difüzyon olayı süresince ambalajdan gıdaya veya gıdadadan ambalaja madde göçü gerçekleşebilmektedir. Polimerden gıdaya olan göç (migrasyon) süreci 4 temel basamaktan oluşur. Bunlar polimerden kimyasal bileşiklerin difüzyonu, polimer

yüzeiden difüze olmuş moleküllerin uzaklaşması, plastik-gıda etkileşimi ile bileşiklerin bağlanması ve bileşiklerin gıdaya salınmasıdır. Bu kütle difüzyonu süreci Fick's 2. yasası ile açıklanabilmektedir (Üçüncü 2007, Pringer 2007, Bhunia ve ark. 2013).

$$J \cdot t = \frac{m_t}{A} = 2 \cdot c_{P0} \cdot \left(\frac{\beta}{1+\beta} \right) \cdot \left(\frac{D_p \cdot t}{\pi} \right)^{1/2} \quad (2.1)$$

$$\beta = \left(\frac{1}{K} \right) \cdot \left(\frac{D_F}{D_P} \right)^{1/2} \quad (2.2)$$

Burada;

- m_t : Gıda içine t sürede göç eden madde miktarı
- A : Filmin yüzey alanı
- C_{P0} : Göç eden maddenin polimerdeki başlangıç konsantrasyonu
- D_F : Gıdadaki difüzyon katsayısı
- D_P : Polimerdeki difüzyon katsayısı
- K : Partisyon katsayısı; polimerdeki konsantrasyonun gıdadaki konsantrasyona oranı

Çoğu kez D_F , D_P 'den çok daha büyük olup $\beta \gg 1$ dir ve göç polimerdeki migrantın yavaş difüzyonuyla kontrol edilmektedir. Eğer plastifiyan içeren bir polimerle ambalajlanmış gıdadaki D_P ile D_F birbirine yakın büyüklükte iseler ve aynı zamanda K çok büyük ise (örneğin yağsız gıdalar), yani partisyon daha çok polimerdeki migranttan yana ise ($\beta \ll 1$), o zaman migrasyon ürünün raf ömrü süresince düşük düzeyde tutulabilmektedir. Buna karşın eğer partisyon, maddenin gıdaya geçmesinden yana ise; yani K küçük ve $\beta \gg 1$ olduğunda yüksek düzeyde migrasyon olmaktadır. Örneğin, plastifiye edici madde içeren polimerlerle ambalajlanmış yağlı gıdalarla, polimerdeki katkı maddeleri gıdaya göç etme eğilimindedirler. Bu nedenle 2.1 denkleminin anlaşılabilmesi birbirleriyle uyumsuz ambalaj malzemesi kombinasyonlarının kullanılmasına ve dolayısıyla gıda yasalarına aykırı davranılmasına yol açmaktadır (Üçüncü 2007, Pringer 2007).

Gerçekte bir difüzyon sorunu olan migrasyonun büyüklüğü ve hızı çeşitli etkenlere bağlıdır. Söz konusu etkenlerden önemlileri Şekil 2.4'te verilmiştir.



ETKİLEYEN PARAMETRELER

- Gıda Maddesinin Özelliği** (Sulu, Asitli, Alkollü, Yağlı)
- Gıda Maddesinin Fiziksel Durumu** (Sıvı, Toz, Tane, Hamur kıvamı)
- Temas Yüzey Alanı**
- Temas Süresi**
- Temas Sıcaklığı**
- Malzemenin Özelliği** (Geri Dönüşümlü, Yapısı, Gıdaya uygunluğu)

Şekil 2.4. Migrasyonu etkileyen faktörler (Üçüncü 2007)

2.1. Plastik Malzemeler

Plastik malzemeler; normal sıcaklıkta genellikle katı halde bulunan, ısı ya da basınç etkisiyle mekanik veya kimyasal yolla yumuşatılıp, kalıba dökme, haddeleme gibi çeşitli yöntemlerle şekillendirilebilen ve kalıplanabilen ve bu biçimlerini soğuyunca da koruyabilen, yapay ya da doğal, çoğunlukla organik polimerik yapılardır. Monomer denen daha küçük moleküllerin uç uca eklenmesi ile oluşan polimerlerin başlıca kaynakları petrol, kömür, doğal gaz ve odun gibi maddelerdir. Ancak günümüzde en çok kullanılan ve en önemli kaynak petroldür. Dünyada üretilen toplam petrolün sadece % 4'ü plastik üretimi için kullanılmaktadır. Plastik üretiminde kullanılan bu % 4 oranının ise sadece % 3'ü plastik ambalaj üretiminde kullanılmaktadır.

Plastiklerin; hafif, dayanıklı, ucuz, renksiz, asit, baz ve tuz çözeltilerine karşı dayanıklı oluşları, tekrar kullanılabilirliği, geri dönüştürülebilirliği, kolay işlenebilirliği / şekillendirilebilirliği / üretilirliği gibi avantajları, Dünya'da GTEM'ler içerisinde en yaygın kullanılmalarına neden olmuştur. Bu avantajlarına rağmen gaz, nem ve ışık bariyer özelliklerinin ve sıcaklığa dayanıklılıklarının zayıf olmaları, plastiklerin üretiminde kullanılan katkı çeşitliliğinin çok olması ve bu katkıların zaman içerisinde temas ettiği gıdaya geçebilmesi, bu malzemeler için hala çözülme bekleyen problemleri oluşturmaktadır. Sözü edilen bariyer problemi, plastik, metal, kağıt gibi diğer malzeme grupları ile bir arada çok katlı yapıda kullanılarak çözümlenmiş görünmektedir. Gıda ambalajı olarak kullanılan başlıca plastikler ve özellikleri Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Plastikler farklı kimyasal yapılarından dolayı farklı fiziksel özellikler gösterirler. Bu nedenle adlandırılmasında birden fazla adlandırma sistemi kullanılır. Yaygın olarak ise ısı karşısında gösterdikleri davranışa ve işleme özelliklerine göre plastikler termoplastikler, termosetler ve elastomerler olmak üzere üç gruba ayrılırlar (Üçüncü 2007, Anonim 2008d, 2014b, Saçak 2010, Cengiz 2012).

Çizelge 2.2. Plastik gıda ambalaj türleri, özellikleri ve kullanım alanları (Arıkan 2007)

	LDPE	HDPE	PP	PVC	PET	PS
Gıda ambalaj malzemesi olarak kullanılabilir mi?	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
Sıcak dolun sıcaklığı (yaklaşık)	80°C	95°C	120°C	Tipine bağlı olarak 50-65°C	Standart 60°C, sabitlenmiş 85°C, tamamen ısıyla sabitleştirilmiş 95°C	Tipine bağlı olarak 60-95°C
Oksijen bariyeri	Çok düşük	Düşük	Düşük	Vasat ile iyi arası	İyi	Düşük
Nem bariyeri	İyi	Mükemmel	Mükemmel	Vasat	Vasat	Düşük
Darbeye mukavemeti	Mükemmel	İyi	Tipine bağlı olarak düşük ile iyi arası	Tipine bağlı olarak düşük ile iyi arası	Mükemmel	Tipine bağlı olarak düşük ile vasat arası
Berraklık	Vasat	Düşük	Tipine bağlı olarak düşük ile iyi arası	İyi	Mükemmel	Tipine bağlı olarak düşük ile mükemmel arası
Başlıca uygulamalar	Yumuşak kapaklar	Şişeler, şişe kapakları ve kapaklar	Tabak ve kaplar, vidalı kapaklar, menteşeli kapaklar, bazı şişeler	Şişeler	Gazlı içecek şişeleri ve diğer şişeler	Yoğurt ve peynir kapları

Termoplastikler: Isı ve basınç altında uzun bir zincir halinde bağ yapmalarından dolayı plastik özelliklerini daima korurlar ve defalarca şekillendirilebilirler. Genelde granül veya payet şeklinde pazarlanır ve özel isteklere cevap verecek katkı maddeleri içerirler. Polietilen (PE), polipropilen (PP), polistiren (PS), polivinil klorit (PVC), polietilen terafitalat (PET) poliamit (PA), polikarbonat (PC), polivinil asetat (PVAC), politetrafloretilen (PTFE), akrilonitril bütadien stiren (ABS), stiren akrilonitril (SAN) başlıca kullanılan termoplastik tip plastiklerdir.

Termosetler: Isı ve basınç altında zincir yapısında çapraz bağlarla da bağ yapmalarından dolayı yeniden şekillendirilmesi olanaksız bir katı ağ oluştururlar. Sadece bazı termosetler öğütülüp veya kırılıp katkı maddesi olarak tekrar kullanılırlar. Sıvı ve katı halde pazarlanır ve ısı veya katalist yardımıyla reaksiyona sokulurlar. Gıda ambalajlarında en bilindik termoset plastikler teneke levhaların kaplanmasında kullanılan epoksiler ve melamin kaplardır.

Elastomerler: Kauçuklar ve silikonlar bu tip altında geçmektedir. Kauçukların vulkanizasyondan önceki özellikleri termoplastiklere, vulkanizasyondan sonraki özellikleri termosetlere benzer.

Gıda sanayinde kullanılan bazı plastik türleri ve kullanım alanları

Plastikler içinde gıda sanayinde en çok PET, PVC, PS, PC, PE ve PP kullanılmaktadır. Bu plastik türlerinin özellikleri ve yapıları (Şekil 2.5) şunlardır (Anonim 2000, 2002a, 2008b, 2014b, Tice 2002, 2003, Leadbitter 2003, Üçüncü 2007, Saçak 2010):

PET ambalajlar: Polyester ailesine ait termoplastik bir malzemedir. Tereftalik asit (TPA) ve etilen glikol (EG)'dan üretilir. Isıl işlenmesine ve kullanılan katkılarına (titanyum dioksit) bağlı olarak, amorf (şeffaf) ve yarı-kristal (opak ve beyaz) malzeme olarak mevcuttur. PET kalınlığına bağlı olarak yarı sert ve sert olabilir. Çok hafif olup gaz ve nem bariyer özellikleri sınırlıdır. Darbeye karşı dayanıklı, renksiz ve şeffaftır. İnce film olarak üretildiğinde, PET sıklıkla alüminyum ile kaplanır ve opak bir hale gelir. PET şişeler, özellikle meşrubatlar için çok yaygın kullanım alanı vardır. Çeşitli boyutlarda içme suyu, gazlı içecekler, bitkisel yağ şişeleri ve salata kapları PET plastiğinden yapılmaktadır.

PVC ambalajlar: Sert ve esnek olarak iki tür PVC malzemesi vardır. Duyusal bakımdan nötr, şeffaf, sert veya esnek, dayanıklı, darbe ve aşınmaya dirençli, su buharı, gaz ve koku geçirgenliği düşük, yağ ve diğer gıda bileşenlerine karşı dayanıklı bir termoplastiktir. Çikolata, bisküvi, kek, su bitkisel yağlar, sirke, taze et kapları, şişe kapak contaları, streç filmler ve ketçap şişelerinde kullanılabilir.

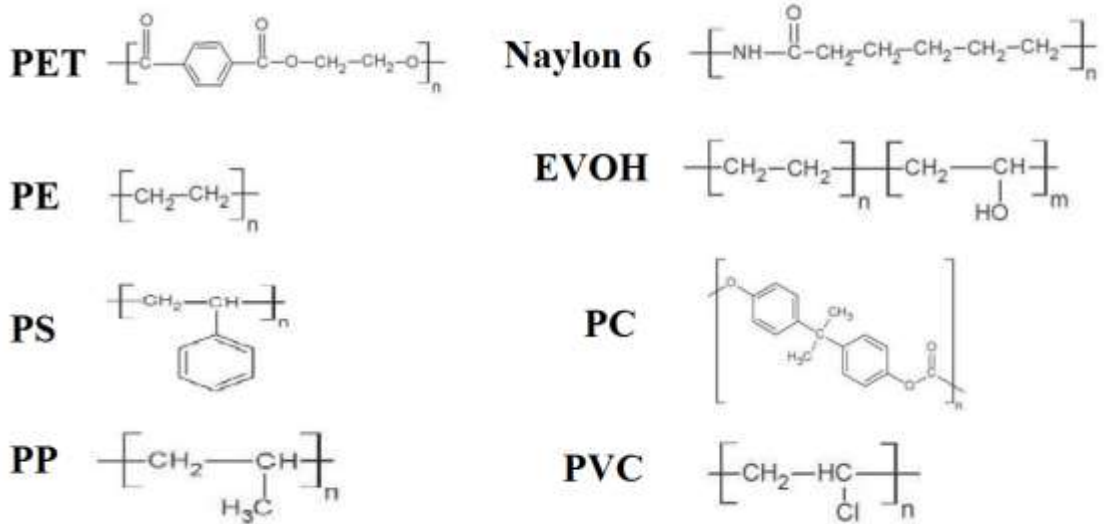
PS ambalajlar: Sert ve köpük olabilir, Çok yönlü ve amaçlı kullanılan bir plastiktir. Oldukça sert, kırılğan ve parlak bir plastiktir. Nispeten düşük erime noktasına sahip çok pahalı olmayan bir reçinedir. SAN ve ABS en yaygın kullanılan polistiren çeşitleridir. Koruyucu ambalaj, yumurta kartonları, soğutucular, tepsiler, fast-food ambalaj kapları, kahve kapları, yoğurt kapları, çatal ve bıçak takımı, su bardağı, kapaklar polistiren plastiklerden yapılmaktadır.

PE ambalajlar: Ortalama molekül ağırlığı, dağılımı, kristallinite ve yoğunluk PE'in özelliklerini etkilemektedir. Renksiz, tatsız ve kokusuz olup yağ hariç çoğu gıda

bileşenine karşı dayanıklıdır. Evlerimizde en çok kullandığımız plastik türüdür. Yüksek yoğunluklu PE (HDPE) en çok kullanılan plastiklerden biri olup süt, su, meyve suları, fiçı, depo tankları için kullanılır. Düşük yoğunluklu PE (LDPE) ise yağ direnci çok düşüktür. Kaplama ve laminasyon malzemesi olarak, ekmek, tavuk, dondurulmuş gıdalar, yağsız süttozu, et mamullerinin ambalajlanmasında LDPE kullanılır.

PC ambalajlar: İşlenmesi, kalıplanması, ısıl olarak şekillendirilmesi kolay olan linear bir poliesterdir. Tatsız, kokusuz, sert, esnek, saydam, yumuşatıcı içermeyen bu plastik, su, alkol ve yağlara karşı dayanıklıdır. Oksijen ve su buharı geçirgenliği oldukça yüksektir. Dayanıklı ve şeffaf olması nedeniyle şişe, damacana ve biberon yapımında kullanılır.

PP ambalajlar: Polipropilen, düşük maliyetli, iyi bir darbe dayanımı olan sürtünme katsayısı düşük olup, çok iyi elektrik yalıtımı sağlar. Kimyasal maddelere, ısıya ve aşırı yorulmaya dayanıklı bir maddedir. Orta sertliğe ve parlaklığa sahip plastiklerdir. Tüm termoplastik işleme proseslerine uygundur. Polipropilenin, erime sıcaklığı 160°C civarındadır. Şekerlemeler, kurutulmuş meyveler, kur yemişler, unlu mamüller, reçel, marmelat, margarin, ketçap, mikrodalga yiyecek kapları, yoğurt kapları ve bazı saklama kaplar ile kapaklar polipropilen plastiklerden yapılmaktadır. Ambalaj yapımında kullanılan plastiklerin en düşük yoğunluklu olanıdır.



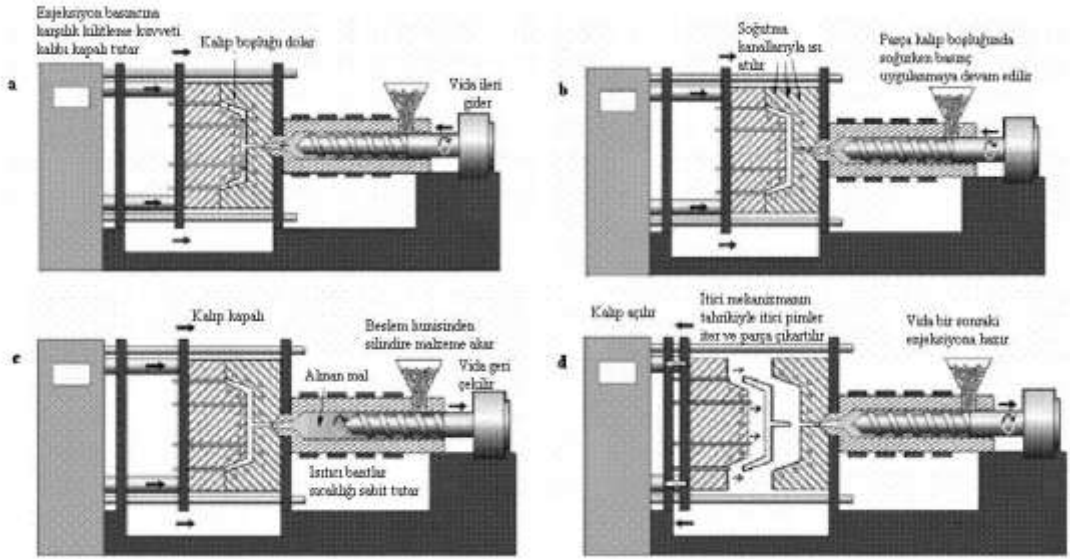
Şekil 2.5. Bazı önemli polimerlerin yapısı (Bhunja ve ark. 2013)

Plastik enjeksiyon kalıplama

Plastik malzemelerin üretimi yaygın olarak enjeksiyon kalıplama ile yapılmaktadır. Bu sistemde erimiş veya yumuşatılmış plastik malzemenin kalıp boşluğuna yüksek basınç altında doldurulması ve kalıp boşluğunun şeklinde katılaştırılması sürecidir. Bir enjeksiyon kalıplama sisteminin temel adımları;

- Kalıbın kapanması
- Erimiş veya yumuşatılmış plastiğin kalıp boşluğuna enjekte edilmesi
- Plastik soğuyup kalıptan çıkmaya hazır olana kadar kalıbın kapalı tutulması
- Kalıbın açılması ve
- Bitmiş ürünün kalıptan alınması

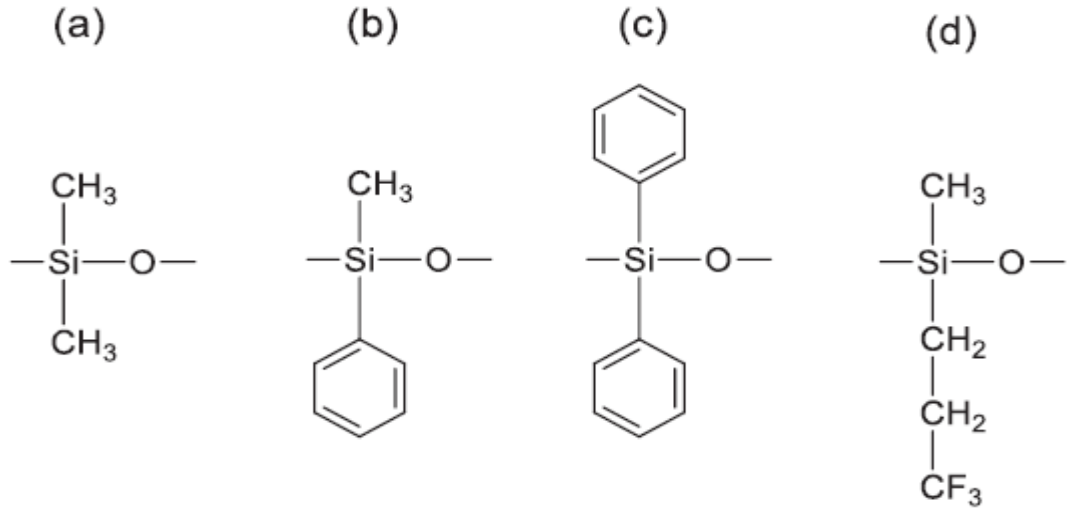
Plastik enjeksiyon kalıplama çevriminin adımları şematik olarak Şekil 2.6'da verilmiştir.



Şekil 2.6. Plastik enjeksiyon kalıplama çevrimi a)Dolu, b)Ütuleme ve soğutma c)Soğutma ve mal alma d) Kalıbın açılıp ürünün alınması (Cengiz 2012)

2. Silikon Malzemeler

Genel olarak $(R_nSiO_{(4-n)/2})_m$ genel formuna sahip olan silikon polimerlerde n, 0 ile 3 arasında, m ise 2 veya daha büyük bir değere sahiptir. Basitçe Si-O, Si-C ve C-H olmak üzere sadece 3 tip bağ yapısı içeren silikonlardan düz zincir polidimetil siloksan (PDMS) molekülleri oldukça esnek karakterdedir. Elastomerler içerisinde $-120^{\circ}C$ 'lik en düşük camlı geçiş sıcaklığına (Tg) sahip, hidrofobik, çözünürlüğü polietilene göre düşük, yağ ve bazı solventlerde hızlıca şişen, yüzeyi organik kontaminantları kolayca toplayacak özellikte bir polimerdir. Oluşan sağlam omurga sayesinde de esneklik, oldukça düşük camlı geçiş (Tg) sıcaklığı, iyi bir termal ve oksidatif stabilite, yüksek gaz geçirgenliği, mükemmel elektriksel özellikler ve fizyolojik inertlik sağlanabilmektedir. Silikon malzemelerin ısıya karşı davranışları plastikler gibi olmadığı için elastomer olarak tanımlanmaktadır. Bazı önemli silikon polimerlerin kimyasal yapıları Şekil 2.7'de verilmiştir (Anonim 2005, Küçüköğlü 2005, Forrest 2009, Yılgör ve Yılgör 2014).



Şekil 2.7. Bazı önemli silikon polimerlerin kimyasal yapısı: a) dimetilsiloksan, b) metilfenilsiloksan, c) difenilsiloksan ve d) 3,3,3-trifluoropropilmetil siloksan

Silikonlar sodyum ve potasyum hidroksit ile bazı seyreltik mineral asitlere (% 10'luk hidroklorik (HCl), nitrik (HNO₃) ve sülfirik (H₂SO₄) gibi) dayanıklı iken amonyum hidroksit (% 35), HCl (% 36), hidroflorik asit (HF) (% 40), HNO₃ (% 70) ve H₂SO₄ (% 70) gibi kimyasallara uygun değildir. Plastikler ısıya karşı kalıcı deformasyona uğrarken, elastomerlerde (silikon) kalıcı olmayan deformasyon gerçekleşmektedir.

Silikon malzemeler formülüne ve üretim şekline göre ısıya dayanım özellikleri değişmektedir (-100°C ile +300°C arası). Erime sıcaklığı (T_m) -40°C civarında olmasına karşın plastikteki gibi erime gerçekleşmez ve yaklaşık 200°C sonrasında yapıdan ayrılmalar başlayarak maksimum 300°C'ler dayanabilirler. Bu sıcaklıklarda termal depolimerizasyon ve/veya bağlarda termooksidizasyon meydana gelerek yapısı parçalanabilmektedir (Anonim 2005, Forrest 2009).

Gıda ile temas eden silikon ürünler akışkanlar, gresler-macunlar, kauçuklar ve rezinler olmak üzere 4 gruba ayrılmaktadır (Meuwly ve ark. 2005, Anonim 2005, 2014c, Forrest 2009).

- **Akışkan silikonlar;** Plastik (PP, PE, PS, PU, ABS gibi) ve kaplamalarda katkı olarak, plastik kalıplamada ayırıcı ajan, kauçuk ve tekstillerde empenye ve köpük engelleyici ajan olarak ve gıda ürünlerinde emülsifiye edici olarak kullanılmaktadır.
- **Silikon gres ve macunlar;** Makinelerde kayganlaştırıcı olarak kullanılmaktadır.
- **Silikon kauçuklar (elastomerler);** Gıda sanayinde yaygın olarak fırın tepsisi kaplaması, gıda sanayinde dağıtma boruları ve vanalarında, bebek ürünleri, conta, tıpa, fırın kalıpları ve spatül üretiminde kullanılmaktadır
- **Silikon rezinler;** Yapışmaz ve ısıya dayanıklı fırın gereçlerinin kaplamasında kullanılmaktadır.

Gıda ile temas eden silikon malzemeler (polidimetilsiloksanlar) basitçe yüksek sıcaklık (en az 250°C) ve metal katalizörlüğünde (bakır gibi) metilklor ve silisyumun birleşmesi ile oluşan diklorodimetilsilanlardan ((CH₃)₂SiCl₂) üretilirler. Sıcaklığa karşı oldukça hassas olan bu yapı taşı istenilen özellik elde edilebilmesi için çalışma koşullarına dikkat edilmelidir (Anonim 2005, Forrest 2009, Zhang ve ark. 2012).

Silikon ürünler tiplerine göre üretimde alkali (yüksek viskozite için) ve asit (düşük viskozite için, H₂SO₄ gibi) katalizörler (bu katalizörler genellikle Sn, Pb, Ti, Cr, Co, Zn, Al gibi metal bazlıdır), viskozite kontrolü için solventler (toluen, dietileter, dibutileter, trikloroetilen), maliyeti düşürmek için dolgu maddeleri (silika, kil, kalsiyum karbonat ve çeşitli metal oksitler (Fe, Ti, Zn gibi)), vulkanizasyon için peroksitler (bis(2,4-

diklorobenzol) peroksit, dibenzol peroksit, dikumil peroksit gibi), katalizörlerle birlikte kullanılması gereken inhibitörler (dimetil maleat, dietil maleat, dietil fumarat gibi), taşıyıcı solventler (izopropanol gibi) ve boyalar kullanılmaktadır (Anonim 2005, Forrest 2009).

Vulkanizasyonda kullanılan peroksitlerin hepsi gıda ile temas onaylı ürünler olup bu peroksitlerin parçalanma ürünleri son üründe önemli derecede bulunmaktadır. Ancak vulkanizasyonda kullanılan bazı peroksitler (2,4-diklorobenzol) üretim koşullarının kontrollü olmamasından dolayı istenmeyen zararlı bileşiklere (poliklorinat bifenil-PCB) dönüşebilmektedir. Kontrollü bir sıcaklık artışı ile bu riski uzaklaştırabilmesine rağmen üreticiler daha ziyade diğer peroksitleri veya platinyum grubu metaller (platinyum, rodyum, paladyum, rutheniyum) kullanmayı tercih etmektedir. Ayrıca kataliz işlemi sonrası polimer, vakum altında ısıtılarak düşük kütleli uçucu bileşiklerin uzaklaşması sağlanabilir (Anonim 2005, Forrest 2009).

Metalik katalizörlerin değişik avantajları olsa da memeliler için toksik etki gösterebilmektedirler. Örneğin kalay bazlı katalizörler, genel olarak memeliler için düşük toksik etkiye sahip olduğu bildirilmektedir. Platinyum grubu metallere en yaygın olan platinyum (Pt) olup, 2-5 ppm konsantrasyonunda kullanılmaktadır. Platinyum katalizörün “Speier’s katalizörü” olarak bilinen ve gıda ile temas onayı bulunan formu heksakloroplatinik asittir (H_2PtCl_6). Platinyum bileşiklerinin yaygın olarak bildirilen toksik etkileri deride tahriş ve hassaslaşmadır. Ayrıca alerjik reaksiyonlar ve kanserojen etki gösteren türleri de bulunmaktadır. Bu türleri katalizör olarak kullanılmamaktadır. Platinyum katalizörlerin peroksit katalizörle karşılaştırıldığında kürelemede sararmaması, hava inhibisyonu bulunmaması, istenmeyen parçalanma ürünlerinin oluşmaması ve son küreleme ihtiyacının gerekmemesi gibi avantajları bulunmaktadır. Tüm bu avantajlarına rağmen günümüzde Pt bazlı küreleyiciler yerine ekonomik ve tecrübeden dolayı peroksitlerle küreleme çok daha fazla kullanılmaktadır (Anonim 2005, Forrest 2009).

Marketlerdeki fırın kalıplarının % 23-46’sını silikon malzemeler oluşturmaktadır. Silikonlar birçok yerden rahatlıkla alınabilen, sanayide ve evde geniş kullanım alanı bulan bir malzeme olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapışmaz yüzeyi, esnekliği, hafifliği,

termal stabiliteleri, fizikokimyasal inert olmaları, mikrodalga fırınlarda ve bulaşık makinesinde kullanılabilimleri ve migrasyon ile geçen kalıntıların genel olarak düşük toksiteye sahip olması gibi birçok avantajından dolayı oldukça yaygın, çeşitli, kullanışlı ve ucuz olması nedeniyle, geleneksel metal ürünlere alternatif oluşturmaktadır. Silikonlar gıda ile temasa uygun bir malzeme olarak kabul edilmektedir (Meuwly ve ark. 2005, Helling ve ark. 2009, 2010, 2012, Zhang ve ark. 2012, Elskens ve ark. 2012).

Avrupa'da 2001 yılına kadar silikonlar plastikle aynı düzenlemelere tabi tutulurken, bu yıldan sonra fiziksel özelliklerinden dolayı silikon plastik düzenlemesinden çıkarılmıştır. 2004 yılında Avrupa Komisyonu tarafından bir kılavuzla silikon elastomerler ile ilgili bazı düzenlemeler getirilmiş olup, birçok Avrupa ülkesinde bu kılavuz sadece bir tavsiye niteliğinde kabul edilmektedir. İsveç, Fransa gibi bazı ülkeler ise bu düzenlemeyi kendi ulusal mevzuatı olarak uygularken, bazı ülkeler (Almanya, İtalya, Hollanda, İngiltere ve Belçika) kendilerinin hazırladığı düzenleme ile silikon elastomerleri kontrol etmektedir (Anonim 2001, 2005, Meuwly ve ark. 2005, Helling ve ark. 2009, 2012, Forrest 2009).

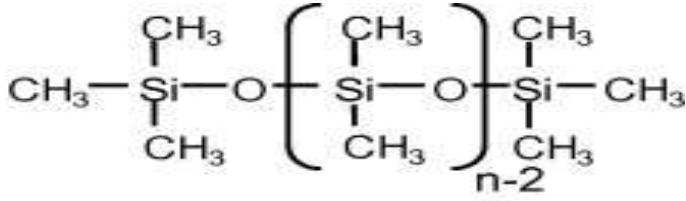
Uluslararası kabul edilen ortak bir düzenleme bulunmayan silikon malzemeler için Avrupa Konseyinde tarafından 2004 yılında yayınlanan teknik dokümanda (CoE silikon); Silikon ürünlerde kullanımına izin verilen başlatıcı kimyasal maddeler ve sınırları belirtilmektedir. Ayrıca bu dokümanda silikon ürünlerde yapılacak migrasyon analizlerinde plastikler için uygulanan test koşullarının ve toplam migrasyon limitinin (10 mg/dm^2 ve 60 mg/kg) kullanılabileceği önerilmektedir. Gıda benzerlerinden zeytinyağı ve izooktan silikon malzemede şişmeye neden olduğu için testlerde kullanımının uygun bulunmadığı, bunların yerine tenaks ve % 95 etanol kullanılması önerilmiştir. Ancak bu gıda benzerlerinden % 95 etanol kullanılması durumunda indirgeme faktörü her gıda tipi için belli olmadığı için bu boşluğun gerçek gıda denemeleri ile kapatılması gerektiği ifade edilmiştir (Anonim 2004b, Helling ve ark. 2009, 2012).

Silikon malzemelerle ilgili ulusal düzeyde en kapsamlı düzenleme, Almanya Risk Değerlendirme Enstitüsü (BfR)'nin yayınladığı kılavuzdur. Bu kılavuzda silikonlar 3

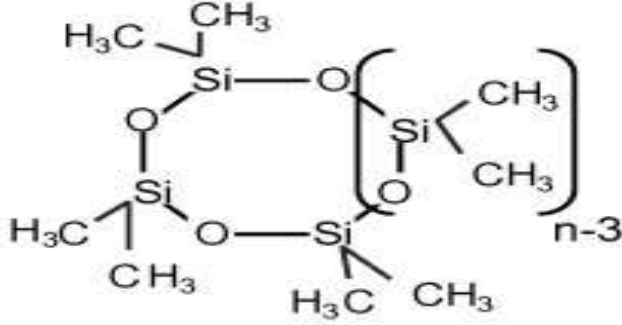
gruba ayrılmıştır. Her bir gruba ilgili bazı kısıtlamalar bulunmaktadır. Bu kılavuzda silikon kauçuklarla ilgili olarak katalizör olarak Pt kullanılması durumunda son üründe 50 mg/kg'ı geçmemesi, uçucu organik bileşikler (VOC) ve ekstrakte edilebilir miktar geçişi % 0,5'den az olması ve son üründe peroksit bulunmaması gibi CoE kılavuzundan farklı bazı kısıtlamalar bulunmaktadır (Anonim 2014c).

Gıda ile temas edecek silikon malzemeler, Amerika'da ise Gıda ve İlaç Otoritesi (FDA) tarafından yayınlanan 21 CFR 177.2600 bölümünde "Tekrar kullanımlı kauçuk eşyalar" düzenlemesi içerisinde yer almaktadır. Migrasyon analizleri, ekstrakte edilebilir fraksiyon olarak geri akış koşullarında (refluks) ilk yedi saatte, distile su (sulu gıdalar) için 20 mg/in², hegzanda (yağlı gıdalar) için ise 175 mg/in² ile sınırlandırılmıştır (Forrest 2009).

Silikon malzemelerin kullanım koşulları gereği yüksek sıcaklık ve oksidasyona maruz kalmalarından dolayı depolimerizasyona uğrayarak bazı uçucu bileşikler ve kalıntılar açığa çıkabilmektedir. Hatta kullanımla birlikte ekstrakte edilebilir siloksanlar uzaklaştıkça silikon malzemelerde zamanla mekanik özelliklerinde değişme hatta parçalanmalar görülebilmektedir. Yapıdan ayrılan düşük molekül ağırlıklı bu siloksanlardan (MW < 1500 amu), halkalı (cyclic) organik siloksanlar en sık görülenler düz zincir (lineer) organik siloksanlar ise daha nadir görülmektedirler (Şekil.2.8). Migrasyon denilen bu geçişi gıdanın yağ içeriği (özellikle serbest yağ içeriği) çok etkilemektedir. Bunun dışında sıcaklık, yüzey alanı ve temas süresine göre değişmektedir. Siloksan migrasyonunun % 8'e kadar çıkabildiği bildirilmektedir. Avrupa Komitesinin 2011 yılındaki düzenlemesinde 1000 daltondan büyük molekül kütleli kalıntılar (n > 13 olan maddeler) vücut tarafından absorplanmadığından ve düşük molekül ağırlıklı siloksanların da toksik olmaları ile ilgili bir kanıt bulunmadığından insan sağlığı için risk oluşturmadığı varsayılmaktadır (Meuwly ve ark. 2005, Helling ve ark. 2012, Elskens ve ark. 2012, Zhang ve ark. 2012).



Linear siloxane (Ln)



Cyclic siloxane (Dn)

Şekil 2.8. Halkalı (cyclic) ve düz zincir (linear) siloksan yapıları (Oshita ve ark. 2014).

Silikon malzemeden geçen siloksanların tespitinin silisyum elementi üzerinden yapılan klasik metal tayini yöntemlerle (AAS, ICP) organik ve inorganik silisyumun okunmasındaki bazı sorunlardan dolayı gerçek değeri tam bulunamadığı, kromatografik yöntemlerde ise orta ve yüksek molekül ağırlıklı halkalı siloksanlar okunamadığı bildirilmiştir. Tüm bu nedenlerden dolayı H-NMR yönteminin siloksanların tespiti için en uygun yöntem olduğu belirtilmiştir. H-NMR tekniğinde migrantın proton yapısı üzerinden gidildiği için siloksanların tespitinde oldukça seçici ve hassas bir yöntem olduğu, ayrıca bu yöntemde referans maddeye ihtiyaç duyulmaması, ekstraksiyonunun daha basit olması, tüm halkalı siloksanları direkt okunabilmesi ve analiz süresinin çok daha kısa olması yöntemin diğer önemli avantajlarını teşkil etmektedir (Helling ve ark. 2009).

Silikon ürünlerden gıdaya geçebilecek potansiyel ana kalıntı grupları ve başlıca özellikleri Çizelge 2.3 ve 2.4'te verilmiştir.

Çizelge 2.3. Silikon ürünlerden gıdaya geçebilecek potansiyel ana kalıntı grupları (Anonim 2005, Forrest 2009)

Silikon ürünler	Kalıntı grupları
Akışkan silikonlar	Silikon oligomerler ve düşük molekül ağırlıklı siloksanlar (trimetil silanol gibi)
Silikon gres, macun ve surfaktanlar	
Silikon kauçuklar	Silikon oligomerler, düşük molekül ağırlıklı siloksanlar, peroksit katalizörlerin parçalanma ürünleri, oksidasyon ürünleri (formaldehit gibi)
Silikon rezinler	

Çizelge 2.4. Silikon ürünlerden gıdaya geçebilecek potansiyel ana kalıntı gruplarının başlıca özellikleri (Anonim 2005, Forrest 2009)

Ana kalıntı grupları	Özellikleri		
Düşük molekül ağırlıklı siloksanlar (< 1000 dalton)	Trimetilsiloksi	Formül: MDnM Kütle: 14,01+74,04n (n: 2 veya üstü tamsayı)	
	Halkalı polidimetilsiloksanlar (Cyclic-PDMS)	Formül: Dn Kütle: 74,04n (n: 3 veya üstü tamsayı)	Kürleme ve kullanım süresi ve sıcaklığına bağlı olarak daha büyük kütleli ürünlerin gıdadaki miktarı artmaktadır
	Silanol	Formül: HODnH Kütle: 18,01+74,04n (n: tamsayı)	
	Trimetilsiloksi/silanol	Formül: MDnH Kütle: 16,03+74,04n (n: tamsayı)	
	Vinil grup (C ₂ H ₃)	Kütle: Her bir vinil gruptan dolayı 12 birim artacak	
	Fenil grup (C ₆ H ₅)	Kütle: Her bir fenil gruptan dolayı 62 birim artacak	
Silikon oligomerler (> 1000 dalton)			
Katalizörler	Peroksitlerin parçalanma ürünleri	Asetofenon, Fenil-2-propanol, Diklorobenzoik asit, Diklorobenzen	Fırında yapılacak son kürleme aşaması ile bu ürünler uzaklaştırılabilir
	Metalik katalizörler	Platinyum	
Oksidasyon ürünleri	Düşük molekül halkalı oligomerler		Kullanım sıcaklığı ve süresine bağlı olarak açığa çıkmaktadır
	Aldehitler	Formaldehit	

2.3. Polimer ve Katkı Malzemelerin Tanımlanması ve Gıda Güvenirliliklerine Etkilerinin Belirlenmesi

Satın alınan hammadde veya mamulün içeriklerinin doğruluğunu öğrenmek, diğer firma ürünlerinin kompozisyonunu öğrenmek, mamulün üretimi ve/veya kullanımı sırasında yaşanan problemlerin tanımlanması ve bir hammaddenin alternatifinin veya muadilinin olup olmadığını teyit edilmesi amacıyla polimerler ve katkı maddeleri tanımlanması çok önemlidir (Ezdeşir 2014).

Katkı maddeleri işleme kolaylığı, esneklik, oksidatif degradasyon, fotodegradasyon, yanmazlık, duman baskılama, sıcaklık kararlılığı, şeffaflık, buğulanma, mukavemet, bloklaşma önleme, antistatik özellik kazandırma, yüzey özelliklerini iyileştirme, estetik ve albeni özelliği kazandırma ve maliyeti düşürme gibi birçok fonksiyonun bir veya birkaçını kazandırmak adına kullanılmaktadır (Ackerman ve ark. 2009, Ezdeşir 2014).

Tanımlanacak malzemeler kesme ve öğütme gibi basit ön işlemlerden geçirildikten sonra aranılacak bileşime göre bazı ekstraksiyon yöntemlerine tabi tutulurlar. Bu ön işlemlerden sonra polimerlerin tanımlanmasında piroliz testleri (renk dönüşümü) ve alev testleri (alevlenebilirlik, alev görüntüsü ve buhar kokusu) gibi basit testler kullanılabilirken, Formaldehit, Piridin ve Burchfield reaksiyonu gibi bazı kimyasal testlerde kullanılabilir. Ayrıca termal yöntemler (Differansiyel taramalı kalorimetre (DSC) ve termogravimetrik (TGA) gibi) ve spektroskopik yöntemler ile (Kızılötesi spektroskopi (FT-IR), nükleer manyetik rezonans (H-NMR)) polimer malzemeler tanımlanabilmektedir (Ezdeşir 2014).

Katkı maddelerinin tanımlanmasında ise kromatografik yöntemler (ince tabaka (TLC), sıvı (LC) ve gaz kromatografisi (GC)) ve spektroskopik yöntemler (UV-Vis spektrofotometre, FT-IR, kütle spektroskopisi (MS), X-ışınlı fuoresans (XRF), indüktif eşlenmiş plazma (ICP) ve atomik absorpsiyon spektrofotometre (AAS)) cihazları kullanılmaktadır (Saçak 2010, Yılmaz ve Seyhan 2012, Sırımoğlu ve ark. Ezdeşir 2014).

Bunlar dışında son zamanlarda klasik yöntemlere alternatif olarak polimer malzemelerin yüzeylerinden, gerçek zamanlı direkt analiz-MS (DART-MS) gibi cihazların

kullanılması ile hızlı, düşük maliyetli ve çoklu tanımlanmalar da yapılabilmektedir (Ackerman ve ark. 2009).

Malzemenin tanımlanmasında kullanılan bu yöntemler aynı zamanda ortaya çıkacak son ürünün gıda ile temas uygunluğunun veya güvenilirliğinin belirlenmesi amacıyla da kullanılmaktadır. Migrasyon analizleri olarak bilinen bu analizlerde, polimerin bazı yapı taşları ile kullanılan katkı maddeleri son ürünün gıda ile teması sırasında polimer yapıdan kolayca ayrılarak gıdaya göç edebilirler, geçen bu organik ve inorganik kalıntılar yüksek hassasiyete sahip kromatografik ve spektroskopik teknikler ile tespit edilebilmektedir.

Polimer malzemelerden gıdaya geçebilecek kalıntılardan bazıları; PC malzemelerden ve teneke kutuların iç yüzeylerinin kaplanmasında kullanılan laklardan geçen **bisfenol türevleri**, naylon mutfak gereçlerinden geçen **primer aromatik aminler (PAA)**, başta PVC malzemeler olmak üzere plastik malzemelerin işlenebilme özelliklerini arttırmak amacıyla kullanılan **fitalat esterleri ve epoksitlenmiş soya yağı (ESBO)**'nın geçişi, esnek ambalajların baskı mürekkeplerinde geçen **fotobaşlatıcıların**, silikon malzemeler yapısından ayrılan **siloksanlar**, polimer malzemelerin üretimlerinde kullanılan katalizör, dolgu maddesi gibi katkıların bileşiminde veya safsızlıklardan gelebilecek **metaller** ve melamin kapların üretiminde kullanılan **melamin** ve **formaldehit** literatürde en yaygın olarak araştırılan kalıntılar olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.4. Plastik ve Silikon Malzemelerden Geçen Kalıntılarla İlgili Yapılan Çalışmalar

Anonim (2005) tarafından İngiltere de yapılan bir çalışmada, gıda ile temas eden silikon üretimi yapan yerli firmalardan dikumil peroksit ve Pt katalizörlü silikon kauçuklar, akışkan silikonlar (1000-30000 viskozitede) ve silikon rezinler (tepsilere kaplanmış halde) olmak üzere 3 ana grupta silikon malzeme toplanarak numunelerde **migrasyon ve yapısal parmak izi** analizleriyle mevcut durum belirlenmeye çalışılmıştır.

Toplam ve spesifik migrasyon analizlerinde ekstraksiyon aşaması EN 1186:1-15 standartlarına göre silikon kauçuklarda genelde yüksek sıcaklıklarda kullanıldıkları için % 95 etanol 60°C 4 saat, distile su geri akış sıcaklığında (refluks) 4 saat ve % 3 asetik asit geri akış sıcaklığında 4 saat seçilmiştir. Bu koşullarda iç ve dış olarak toplam alanı 1 dm² (10x5 cm) kesitlere sahip 2 mm kalınlıktaki numuneler 100 mL gıda benzeri ile teste tabi tutulmuşlar. Spesifik migrasyon analizlerinde kullanılmak üzere uçurma öncesi gıda benzerlerinden 20 mL ayrılmıştır.

Ayrıca numuneler karbonatlı su, beyaz şarap, portakal suyu ve zeytinyağı gibi gerçek gıdalar ile de teste alınmıştır. Gerçek gıdalardan sadece karbonatlı su toplam migrasyonda da kullanılabilmiştir. Beyaz şarap ve portakal suyu ise kuru madde miktarlarının yüksekliği ve düşük uçuculukları nedeni ile toplam migrasyonda kullanılmamıştır. Silikon kauçuklarda karbonatlı su ve beyaz şarap 100 mL 4 saat geri akış sıcaklığında, zeytinyağı ise 100 mL 2 saat 175°C'de teste tabi tutulmuştur. Karbonatlı su ekstraktı uçurulmadan önce 40 mL ayrılarak spesifik analizlerde kullanılmıştır.

Toplam migrasyon analizleri sonucunda numunelerden distile su gıda benzerine geçen toplam migrant miktarı 2,0 - 5,5 mg/dm², % 95 Etanol 20,9 – 66,9 mg/dm², % 3 asetik asit 2,3 – 2,5 mg/dm², karbonatlı su 1,8 – 10,1 mg/dm² aralıklarında saptandığı bildirilmiştir. % 95 etanol hariç diğer gıda benzerleri ve gerçek gıda değerlerinin AB'nin silikonlarla ilgili düzenlemesinde yer alan 10 mg/dm² altında olduğu görülmüştür. % 95 etanol gıda benzerinin oldukça zorlayıcı olduğu belirtilmiştir.

Spesifik migrasyon analizlerinden metallerin tespiti için 100 mL gerçek gıda ve gıda benzerlerinde bekletilen 1 dm³'lik numunelerde ICP ile yapılan yarı niceliksel ve niceliksel analiz sonucunda Çizelge 2.5'teki elementler saptanmıştır.

Çizelge 2.5. Silikon numunelerden migrasyon ile gıdaya geçen metaller (Anonim 2005).

			Elementler				
			Al	Ca	Mg	Si	Pt
Gıda benzerleri	Distile su	µg/mL	<0,1	0,5	<0,1	LOD(10) - 5,2	<0,2
		mg/dm ²	<0,01	0,05	<0,01	LOD(1) - 5,52	<0,02
		mg/kg (6dm ²)	<0,06	0,30	<0,06	LOD(6) - 33,1	<0,12
	%95 Etanol	µg/mL	<10	<5	<5	43 - 140	<0,2
		mg/dm ²	<1	<0,5	<0,5	4,3 - 14	<0,02
		mg/kg (6dm ²)	<6	<3	<3	25,8 - 84	<0,12
	%3 Asetik asit	µg/mL				<10	
		mg/dm ²				<1	
		mg/kg (6dm ²)				<6	
Gerçek gıdalar	Karbonatlı su	µg/mL				11 - 41	
		mg/dm ²				1,1 - 4,1	
		mg/kg (6dm ²)				6,6 - 24,6	
	Beyaz şarap	µg/mL				2 - 5	
		mg/dm ²				0,2 - 0,5	
		mg/kg (6dm ²)				1,2 - 3	
	Zeytinyağı	µg/mL				84 - 145	
		mg/dm ²				8,4 - 14,5	
		mg/kg (6dm ²)				50,4 - 87	

İnorganik parmak izlerinin belirlenmesi için ise İngiliz Farmokopisi (British Pharmacopoeia) işletme içi metotla kuru yakma ile numuneler yakıldıktan sonra ICP ile yarı niceliksel (YN) olarak 34 element taranmış (Sb, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, In, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Pa, Pt, Se, Sr, Sn, Ti, Tl, V, Zn ve Zr), tarama sonucu algılananların niceliksel olarak miktarlarına bakılmıştır. Sonuçta tarama analizinde Al 13 ppm, Ca 86 ppm ve Mg 53 ppm olarak saptanırken, Pt katalizör kullanılan kauçuklarda Pt içeriği 10 ppm saptanmıştır. Pt dışındaki elementlerin, üretimde kullanılan dolgu ve pigmentlerden geldiği bildirilmiştir.

Sonuç olarak bu çalışmada toplam migrasyon analizlerinde % 95'lik etanol ve metal migrasyonunda, Si elementinde 10 mg/dm² olan limit değeri aşan sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca Al, Ca, Mg, Si ve Pt gibi metallerin geçişi saptanmıştır. Çalışmada katalizör olarak kullanılan Pt elementinin toksik olup ve alerjenik bir etki gösterebildiği

belirtilmiştir. Ayrıca çalışmanın sonucunda silikon malzemelerin migrasyon davranışları ile ilgili yeni çalışmaların yapılması gerekliliği önerilmiştir.

Meuwly ve ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada kalınlıkları 0,95 - 1,97 mm aralığında, değişik renklerde ve -60°C ile 280°C arasında kullanım koşullarına sahip 68 adet silikon fırın kalıbı İsviçre’de toplanmıştır. EN 1186-1’nin izin verdiği sıcaklık toleransına ($\pm 5^\circ\text{C}$) sahip etüvde EN 1186-13 yüksek sıcaklığa maruz kalacak numune analiz standardına göre tam daldırma yöntemi ile kuru gıdalar için kullanılan gıda benzeri **tenaks** ile migrasyon analizleri tekrar kullanımları dikkate alınarak yapılmıştır. Elde edilen migrantlar aynı zamanda GC-MS ve Matriks Destekli Lazer Desorpsiyon İyonizasyonu-TOF (MALDI-TOF)’ta analiz edilmiştir.

Silikon numuneler tabanlardan alınan kesitlerin yüzeyindeki tozlar hava kompresörü ile uzaklaştırılıp antistatik bezle silindikten sonra petri kabında 4 g/dm² olacak şekilde tenaks ile 175, 220, 260, 280°C’lere önceden ısıtılmış etüvlerde testte alınmıştır. Daha sonra tenaks (GB-E), dietil eter ile yıkanıp kütlesi belirlenmiş kaptaki uçurularak toplam kalıntı miktarı hesaplandığı belirtilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Çizelge 2.6’da verilmiştir.

Çizelge 2.6. Silikon fırın kalıplarında farklı sıcaklıklarda 1 saatlik test koşulunda geçen toplam kalıntı miktarı (Meuwly ve ark. 2005)

Test sıcaklığı (°C) Test süresi (saat)	Tekrar	Numuneler (mg/dm ²)					
		A	B	C	D	E	F
175 1	1.	25,5	25,9	29,1	49,2	33,8	25,8
	2.	21,1	25,7	21,6	33,7	26,1	19,7
	3.	21,8	21,8	23,9	31,7	23,2	17,7
220 1	1.	34,2	44,7	38,2	48,1	41,5	33,7
	2.	31,8	41,9	33,4	37,2	36,0	32,1
	3.	28,4	35,9	28,9	32,8	41,9	29,0
260 1	1.	45,3	42,7	40,9	44,7	50,5	37,7
	2.	40,3	45,1	32,6	40,5	48,2	33,7
	3.	34,7	31,8	27,2	27,9	34,1	24,9
280 1	1.	44,4	40,7	41,5	45,0	44,0	37,2
	2.	32,1	33,5	38,4	39,0	37,6	32,3
	3.	32,8	31,6	39,6	31,3	34,9	27,3

Sonuç olarak 100°C’ye kadar silikon malzemeler düşük migrasyon davranışları sergilemelerine karşın, 150°C civarında malzemelerde degradasyon başladığı için limit değer olan 10 mg/dm² aşılabilmektedir. Ayrıca uçucu bileşikler ilk kullanımdan sonra

hızlıca düştüğü gözlenmiştir. Ancak ne toplam migrasyon ne de uçucu bileşik analizleri silikon malzemelerin yüksek sıcaklıklardaki davranışlarını tam olarak göstermeyeceği belirtilmiştir. Ayrıca gerçek gıda denemeleri ile migrasyon durumlarının araştırılması gerektiği belirtilmiştir.

Helling ve ark. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada Almanya'da marketlerden çeşitli markalara ait 37 çeşitli silikon kalıp toplanmıştır. Bu kalıpların hacmi 95,8 cm³, temas alanı 0,86 dm², kalınlıkları 1-2 mm, maksimum kullanım sıcaklıkları 220-260°C arasında, üç tanesi kırmızı diğerleri mavi renkli olan Pt ile katalizlenmiş silikon malzemeler olduğu belirtilmiştir. Tüm malzemeler üreticilerin önerileri doğrultusunda 45-50°C lik sıvı bulaşık deterjanı ile yıkanıp saf su ile durulandıktan sonra gıda benzeri olarak seçilen zeytinyağı, izooktan, % 95 etanol ve tenaks ile migrasyon analizlerine alındığı bildirilmiştir. Test koşulları belirlenirken Plastik tüzüğü dikkate alınarak 3 tekrar kullanımlı olacak şekilde migrasyon analizleri yapılmıştır.

Migrasyon analizleri, önceden test sıcaklığına ısıtılmış gıda benzerleri, silikon kek kalıpları içerisine doldurulup veya daldırılıp fırına konulduktan sonra test süresinin başlatıldığı bildirilmiştir. Test koşulları zeytinyağı gıda benzeri için numune içerisine 90 mL doldurularak 175°C'de 25, 50 ve 75 dakikalar, izooktan gıda benzeri için 3x5 cm boyutlarında kesilen silikon numuneler 180 mL önceden 60°C'ye ısıtılmış gıda benzerlerine daldırılarak 50 dakika ve %95 etanol gıda benzeri için ise 60°C'ye önceden ısıtılmış gıda benzeri numuneler içerisine 90 mL doldurularak 75 dakika sürede gerçekteşirildiği belirtilmiştir. İzooktanda numunenin tamamı, etanol ve zeytinyağında ise gıda ile temas eden iç alan hesaplamada dikkate alındığı bildirilmiştir. İzooktan ve etanolün 2/3'ü toplam için, geriye kalan kısmının ise H-NMR cihazındaki analizlerde kullanıldığı belirtilmiştir. Tenaks gıda benzerinde ise, silikon kek kalıbının dibinden 15 cm² alana sahip 3 adet kesit alınıp petri kabına konularak üzeri 0,6 g tenaks (4g tenaks/1dm²) ile kaplandığı, daha sonra önceden 175°C'ye ısıtılmış fırında 25 dakika teste tabi tutulduğu bildirilmiştir.

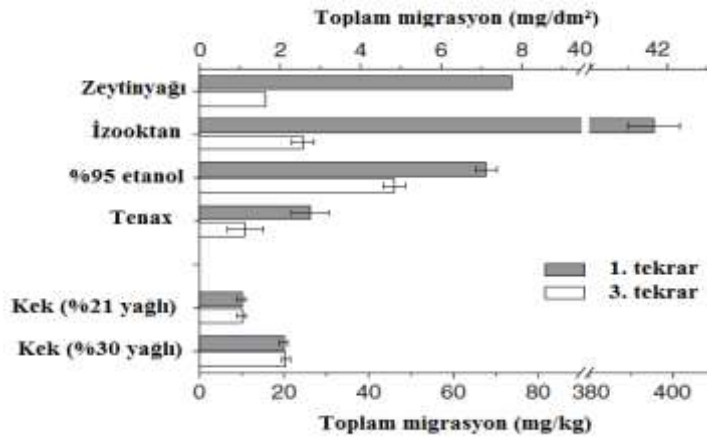
Gerçek gıda denemelerinde ise % 21 ve 30 toplam yağ içeren kremalı kekler hazırlanarak, 175°C'de önceden ısıtılmış fırınlarda silikon numunelerde tiplerine göre değişen sürelerde (25, 40 ve 45 dakika) pişirme işlemleri yapıldığı bildirilmiştir.

Kontrol denemeleri için teflon kaplı kalıplar kullanılarak keklerden dietil eter ile soksalette ekstraksiyona tabi tutularak HPLC-MS, GC-MS ve H-NMR cihazlarında gıdaya geçen organik siloksanların araştırıldığı ifade edilmiştir.

Numunelerde izooktan ile elde edilen ekstrakta element analizinde % 32,4 karbon (C) ve %8,8 hidrojen (H) tespit edilmiştir. Başka herhangi bir elemente rastlanılmamıştır. Ancak yapıdaki metil (CH₃)’den gelen bu elementler normalde C % 23,7 ve H % 5,9 düzeyinde olması gerekirken, farklılık geriye kalan kısmın dolgu maddesi olarak kullanılan katkılardan kaynaklandığı belirtilmektedir. Bu durum H-NMR sonuçları ile irdelendiğinde gravimetrik olarak yapılan toplam migrasyon analizinde elde edilen kalıntının % 89’u halkalı dimetilsiloksanlar, % 6’sı resinden ve % 5’lik açıklanmayan kısımdan oluştuğu belirtilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 2.7 ve Şekil 2.9’da verilmiştir.

Çizelge 2.7. Silikon kek kalıplarının H-NMR ve gravimetrik yöntemlerle izooktan ve %95 etanol gıda benzerleri ile yapılan toplam migrasyon sonuçlarının karşılaştırılması (Helling ve ark. 2009).

Gıda benzerleri	Tekrar	H-NMR (wA) (mg/dm ²)	Gravimetrik (wB) (mg/dm ²)	Oran (wA/wB)
İzooktan	1.	166,7	208,1	0,83
	2.	33,3	38,4	0,87
	3.	10,7	12,9	0,83
%95 etanol	1.	30,2	35,6	0,85
	2.	24,7	27,7	0,89
	3.	21,1	24,3	0,87



Şekil 2.9. Silikon kek kalıplarından gerçek gıda ve gıda benzerlerine geçen toplam kalıntı miktarları (Helling ve ark. 2009).

Bu çalışmada GC, HPLC, NMR ve elemental analiz sonuçlarına göre gıda veya gıda benzerine geçen kalıntıların silikon elastomerlerde sıklıkla kullanılan organik ve inorganik dolgu maddelerinden (pirogenik silisik asit veya metil silika jel gibi) kaynaklandığı belirtilmektedir.

Sonuç olarak silikonlardan geçen kalıntıların % 90'ını polisiloksanlar oluşturduğu için, H-NMR tekniği toplam migrasyonu tespit etmede iyi bir yöntem olarak kullanılabilceği belirtilmektedir. Gıda benzeri olarak bu malzemelerde zeytinyağının kullanılması malzeme de şişmeye neden olduğu ve gerçek migrasyon değerlerinden oldukça uzak değerler elde edildiği için sonuçlarının gerçeği yansıtmayacağı belirtilmektedir. Bu yüzden migrasyon analizlerinde zeytinyağı yerine % 95 etanolün kullanılması çok daha basit ve kesin sonuçlar vereceği belirtilmektedir. Ayrıca silikon kek kalıplarının serbest yağ içeren gıdalar ile temas ettirildiğinde yüksek düzeyde migrasyon gerçekleşirken asidik ve sulu gıda benzerlerinde ise geçiş kayda değer olmayacağı ifade edilmiştir.

Helling ve ark. (2010) tarafından H-NMR spektroskopisi ile keke geçen siloksan oligomerlerin tespiti için uygun bir valide metot geliştirilmesi için Almanya'da yapılan bir çalışmada silikonlarda, toplam migrasyonun % 90'ından fazlasını organik siloksanlar oluştuğu bildirilmiştir. Bunun için çeşitli üreticilere ait değişik şekil ve boyuttaki silikon muffin ve kek kalıpları Almanya'da marketlerden alınmıştır. Tüm numuneler üreticilerin önerileri doğrultusunda 45-50°C'lik ev deterjanlı ılık su yıkandıktan sonra gıda (kremalı kek, köfte, sütlü tatlı) ve gıda benzerleri (% 50 ve 95'lik etanol) ile migrasyon analizlerine alınmıştır. Önceden test sıcaklığına (60°C) ısıtılmış gıda benzerleri numune içerisine doldurulduktan sonra 75-180 dakika aralıktaki sürelerde etüvde bekletilmiştir. Bu işlem 2 kere daha yapılarak her birindeki gıda benzerleri uçurulduktan sonra toplam migrasyon gravimetrik olarak belirlenmiştir. Gıdalar ise numuneler içerisine doldurulduktan sonra önceden 175°C'ye ısıtılmış etüvde 25-45 dakika arası (numune büyüklüğüne göre değişmekte) arası bekletilmiştir. Sonra gıdalar numuneden ayrılarak homojenize edilmiş, devamında kartuş içerisine konulduktan sonra sokselette 150 mL dietil eter ile 6 saat ekstraksiyona alınmış, kalıntılar H-NMR'de belirlenmiştir.

Elde edilen analiz sonuçlarına göre; köftede toplam migrasyon değerleri tekrar kullanımlarda 175°C'de 25 dakika 55-92 mg/kg arasında iken, 45 dakikada 177-135 mg/kg arasında değiştiği, kremalı kekte ise 10 mg/kg aşmayan toplam migrasyon değerlerinin elde edildiği bildirilmiştir. Köfte ile kıyaslandığında kekte daha düşük bir değer tespit edilmesinin nedeninin, köftede yer alan yağın pişerken sızarak numunedeki kalıntıları daha iyi çözmesi olduğu belirtilmiştir.

Silikon kalıpta, köfte ile yapılan 10 tekrarlı kullanımda toplam migrasyon 90-55 mg/kg arasında azalan bir değerde her bir kullanımda saptanırken, kullanımlar arasındaki toplam migrasyon değerlerindeki salınımın, köftenin yağ içeriğinin standardize edilememesinden kaynaklandığı belirtilmektedir.

Köfte ile yapılan 10 tekrarlı kullanımdan sonra kalıbın kaba, kırılğan ve rengindeki açılma görülmüştür. 11. kez kullanılmak istenen bu kalıp çatlayarak sızıntı yaptığı için kullanılamamıştır. Esnekliğin kaybolmasının nedeninin düşük ve orta boyuttaki halkalı siloksanların yapıdan ayrılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kalıplarda sütlü tatlı ile yapılan 5 tekrarlı toplam migrasyon analizleri sonucunda tüm değerler tespit limiti (2,4 mg/kg) altında saptanmıştır Silikon emziklerin hazır mama ile 40°C 6 saatlik test koşulunda toplam migrasyon analize alındığında, sonuçların tespit limitinin altında olduğu belirtilmiştir.

Daha önce kek, pizza, köfte, sütlü tatlı gibi gıdalarla yapılan migrasyon analizlerinde limiti aşan durumların, gıdada ayrılabilen yağ miktarına ve 100°C üzerindeki sıcaklık uygulamalarından kaynaklanabileceği belirtilmektedir.

Gıda benzerleri yapılan analizler sonucunda ise, sütlü ürünlerin benzeri olan %50 etanolde diğer gıda benzerlerine göre (% 95 etanol ve tenaks) oldukça düşük ve limitin altında bir geçiş saptanmıştır. Bu durum sütlü tatlı ile yapılan analiz sonuçları ile benzerlik gösterip % 50 etanolün sütlü gıdalar için uygun bir gıda benzeri olduğunu göstermiştir. Çizelge 2.8'de çalışmada elde edilen bulgular verilmiştir.

Çizelge 2.8. Silikon fırın kalıplarında %50 etanol gıda benzeri ile %95 etanol ve tenaks gıda benzerleri ile yapılan toplam migrasyon bulgularının karşılaştırılması (Helling ve ark. 2010).

Malzeme	Test koşulları	%50 etanol (mg/dm ²)		%95 etanol (mg/dm ²)		Test koşulları	Tenaks (mg/dm ²)	
		1.tekrar	3.tekrar	1.tekrar	3.tekrar		1.tekrar	3.tekrar
Geniş kalıp (A için)	60°C 180 dk	0,6	0,5	36,5	15,7	175°C 60 dk	25,3	15,4
Geniş kalıp (B için)		TE	TE	30,6	24,9		35,0	15,0
Madeleine tip kalıp	60°C 75 dk	4,6	3,2	42,0	14,3	175°C 25 dk	29,2	15,9
Muffin kalıp A		TE	TE	18,2	22,2		20,0	14,2
Muffin kalıp B		3,7	1,2	25,3	8,1		25,8	16,3
Muffin kalıp C		1,4	1,3	58,6	25,1		17,5	10,0
Muffin kalıp D		TE	TE	20,4	17,7		11,3	5,9

Kremalı kek ve köftede 3 tekrar kullanımlı yapılan toplam migrasyon analizlerinde, Kremalı kekde temperatsız kalıplarda her bir tekrar sırasıyla 93-80-72 mg/kg iken temperli kalıplarda 13-10-9 mg/kg olarak saptanmıştır. Köftede ise temperatsız kalıplarda sırasıyla 281-240-208 mg/kg, temperli kalıplarda 99-86-82 mg/kg olarak saptanmıştır.

Sonuç olarak silikon malzemeler için gıdanın tipi ve yağ içeriği migrasyon seviyesi için en önemli kriter olduğu, ancak benzer yağ içeriğine sahip gıdalarda farklı migrasyon değerlerinin gelmesinin nedeninin ise, yağın gıdadan ayrılıp ayrılmamasına göre değiştiği belirtilmiştir. Ayrılabilen yağ içeren gıdalarda (köfte gibi) yağ, siloksanları çözdüğü için daha yüksek migrasyon değerleri elde edilmiştir.

Gıda benzerleri gerçek kullanım koşullarını tam olarak yansıtmayacağından, gerçek gıdalarla yapılacak testlerin kullanılması önerilmektedir. Silikon malzemelerde temperleme işlemi tüm gıda tiplerinde migrasyonu azaltacağı için, üretimde uygulanması gerekli bir basamak olduğu belirtilmektedir. Ayrıca bu malzemelerde VOC miktarı sonraki migrasyon analizleri için önemli bir gösterge olduğu bildirilmiştir.

Helling ve ark. (2012) tarafından silikon malzemelerle ilgili Almanya'da yapılan bir çalışmada numune olarak pizza pişirmede kullanılan platin ile kürlenmiş silikon kalıp

ile silikon emzikler kullanılmıştır. 82 g ağırlıkta, 3,98 dm² iç alan (pizza ile temas eden alan 2,43 dm²) ve 1,7 mm kalınlıktaki pizza kalıplar gerçek kullanımınlarında 30 dakika bekleme ve 14 dakika 180°C’de pişirme aşamalarından oluşan ve günde ortalama sekiz olmak üzere haftada 5,5 gün (ortalama 44 kez) pizza üretiminde kullanıldığı belirtilmiştir. Bu şekilde kullanılan silikon kalıplarda belirli pişirme periyotlarında VOC, ekstrakte edilebilir siloksanlar, gıdaya siloksan migrasyonu ve yağ miktarları analizleri yapılmıştır. H-NMR spektroskopisi ve kromatografik yöntemler ile kalıplar karakterize edilmiştir. Kontrol numunesi olarak metal kalıplar kullanılmıştır.

Başlangıçta 1,2 mg/dm² düzeyde olan siloksan migrasyonu 1700. kullanım sonucunda (kullanım ömrü) bu düzey 0,1 mg/dm² olan tespit limitinin (LOD) altında bulunmuştur. Bu durum silikon kalıpların kullanım ömürleri boyunca siloksan migrasyonunun devam ettiğini göstermektedir.

Numunelerden kesilmiş küçük parçalar, kuru yakma (550°C’de 6 saat) ve mikrodalga ile parçalama (200°C’de HNO₃/HCL solüsyonları) aşamaları hazırlandıktan sonra ICP-MS’de analize alınarak Pt içeriklerine bakılmıştır. Emziklerde başlangıçta 1,9 mg/kg olan Pt düzeyi 100 sterilizasyondan sonra 1,2 mg/kg’a düşmüştür.

Ayrıca sıklıkla kullanılan silikon kalıplarda bünyesinde absorplanan yağdan dolayı zamanla kokusunda acılaşma görülebildiği bildirilmiştir.

Sonuç olarak silikon malzemelerin tahmini kullanım ömürleri boyunca hem VOC’lar hem de siloksanlar ayrılmasına rağmen fiziksel olarak stabilitesini koruduğu, malzemelerde yapılan fiziksel ve kimyasal testlere göre herhangi bir bozulma belirlenemediği, kullanım süresince yapıdan ayrılan siloksanlara rağmen diğer makalelerin aksine mekanik özelliklerinde aşırı bir değişimin görülmediği teyit edilmiştir. Bunun nedeninin temas ettiği gıdalardan absorplanan trigliseritlerin silikonlara esneklik sağlamasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Kullanımla birlikte absorplanan yağın hijyen ve organoleptik yönden silikonlara herhangi bir etkisinin olmayacağını, bunda düzenli olarak yağın değişmesinden kaynaklandığı belirtilmektedir

Zhang ve ark. (2012), silisyumun dünyada en çok bulunan ikinci element olarak çevrede, gıdalarda ve insan biyolojik sisteminde yer alan günlük diyetinde 20-50 mg arası alındığı tahmin edildiğini bildirilmişlerdir. 22 farklı silikon numuneden gıdalara (süt ve mama) ve gıda benzerlerine (% 50 ve 95 etanol) geçen 3 adet halkalı (D4, D5, D6) 3 adette düz zincir (L3, L4, L5) olmak üzere düşük molekül ağırlıklı toplam 6 adet siloksanın, geliştirilen ekstraksiyon ve okuma metotları (GC-MS) ile tespitini amaçlamışlardır. Yerel marketlerden silikon emzik ve pişirme kapları toplanarak, 0.2 g ağırlığında kesitler alınıp süt veya sütlü mamadan 10 mL ve gıda benzerlerinden 10 mL alındıktan sonra etil asetat hekzan solventleri ile ekstraktlar toplanarak, GC-MS'te analiz edilmiştir.

Geliştirilen bu metotlar ile bebek emziklerinde elde edilen ekstraktlarda düz zincir siloksanlara rastlanılmazken halkalı olanlar tüm numunelerde tespit edildiği bildirilmiştir. Fırın kalıp numunelerinde ise L3 hariç diğer 5 adet halkalı ve düz zincir siloksan tüm numunelerde saptanmıştır. Elde edilen bulgular Çizelge 2.9'da verilmiştir.

Çizelge 2.9. Silikon fırın gereçlerinde saptanan siloksanlar (Zhang ve ark. 2012)

Malzeme	Silikon fırın gereçleri (mg/kg)							
	Levha	Fıcan	Taban	Spatula	Kek kalıbı	Muffin kalıbı	Ekmek kalıbı	Taşıyıcı
D4	4,1	25	40	1,4	20	65	12	17
D5	9,0	2539	2535	84	3451	2494	717	585
D6	1295	4692	3921	645	7030	3776	2191	1862
L3	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE
L4	3	0,6	0,9	1,5	0,5	0,8	0,3	0,2
L5	0,4	5,1	5,5	0,7	6,6	11	3,4	3,4

Sonuç olarak numunelerden gıdaya halkalı siloksanlar düz zincir siloksanlara göre çok daha fazla düzeyde geçtiği görülmüştür. Çalışmadaki numunelerde fırın kalıplarındaki siloksan içeriği emziklere göre çok daha fazla olduğu belirlenmiştir. Sonraki çalışmaların çeşitli gerçek gıdalar ile yapılması önerilmiştir.

Elskens ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada zahmetli, pahalı ve uzun sürebilen migrasyon analizleri yerine modelleme yapılarak silikon kalıplarda migrasyon sonuçları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bunun için çeşitli markalara sahip 229 adet silikon kalıp 2007-2011 yılları arasına Belçika'da süpermarketlerden toplanarak

yüzeyindeki tozlar su veya deterjan kullanılmadan uzaklaştırılmıştır. EN 1186 standartlarına göre gravimetrik olarak gıda benzerleri ile temas ettirildikten sonra gıda benzerleri uçurulmuş ve numunelerden geçen uçucu olmayan kalıntı miktarı (toplam migrasyon) tekrar kullanımlarda dikkate alınarak hesaplanmıştır. Migrasyon test koşulları, gıda benzerlerinden % 95 etanolde 60°C’de 4,5 saat olarak belirlenmiştir. Düzgün şekilli ve 1 dm² alan kesilebilen numunelerde hücre metodu ile düzgün şekilli olmayan numunelerde ise doldurma ve daldırma test metodu ile gerçekleştirilerek elde edilen sonuçlar düzeltme faktörüne (5’e) bölünerek mg/dm² olarak hesaplanmıştır (AB’nde 10/2011/EU sayılı plastik tebliğinde bu faktör 3’e indirilmiştir). Elde edilen toplam migrasyon bulguları Çizelge 2.10’da verilmiştir.

Çizelge 2.10. Silikon kalıplardan GB-D3’e geçen toplam migrasyon sonuçlarının 3 farklı test metoduna göre karşılaştırılması (Elskens ve ark. 2012)

Test metodu	1. tekrar	2. tekrar	3. tekrar
Doldurma	18,0	10,5	6,4
Daldırma	18,4	9,6	5,3
Hücre	15,8	10,8	7,4

Çoklu doğrusal regrasyon (MLR), temel bileşen regrasyon (PCR) ve kısmi en küçük kareler regrasyon (PLS) metotları kullanılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu istatistik metotlarına göre üçüncü tekrar kullanım yapılmadan birinci ve ikinci tekrar sonuçlarından aşağıdaki formülle göre üçüncü kullanım sonucu hesaplanabileceği belirtilmiştir.

$$X3 = -0,17 \times X1 + 0,92 \times X2 \quad (Xi: \text{mg/dm}^2)$$

Sonuç olarak bu metotlarla pahalı ve zaman alıcı analizler tahmin edilerek, daha kısa sürede sonuçlandırılması sağlanabileceği belirtilmiştir.

Zeddani ve Belhaneche-Bensemra (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, gıda ile temas eden plastik paketleme malzemeleri gıdaya geçebilen kalıntıların belirlenmesinde en çok kullanılan metodun GC olduğunu ifade etmişlerdir. Oldukça maliyetli ve zaman alıcı olan bu metot yerine genelde daha basit, hızlı, ve ucuz tekniklerin kullanılması arzulandığını belirtmişlerdir. Çalışmalarında PVC filmlerde ısıyı korumak için

kullanılan organik kalay bileşiminin (Organotin) gıda benzerine olan migrasyonunun FT-IR spektroskopisi ile tespitini araştırmışlardır. Çalışmada iki adet gıda benzeri (hekzan ve % 96'lık etanol), üç farklı sıcaklık (4, 40, 70°C) ve iki farklı süre (2 hafta ve 3 saat) içeren test koşulları belirlenmiştir. Bu test koşullarında gıda benzerleri içerisine 2x2 cm boyutlarında 120 µm kalınlığındaki PVC filmler daldırılmıştır. Belirli periyotlarda gıda benzerinde ve PVC filmde yapılan analizler sonucunda sıcaklık ve zamana bağlı olarak filmlerde ağırlık kaybı izlenmiştir. Bu kayıp hekzanda 4°C (2 hafta), 40°C (2 hafta) ve 70°C (3 saat) de sırasıyla % 0,65, % 4,63, % 2,27 düzeyindeki iken, % 96'lık etanolde % 0,13, % 3,19, % 1,37 düzeylerinde gerçekleştiği bildirilmiştir.

Migrasyon öncesi ve sonrası PVC filmlerdeki kaybın FT-IR spektrumları incelendiğinde ise organotin katkısından gelen karbonil bantlarda (1732 cm^{-1}) bir azalma görüldüğü, bu durumun organotin katkılı PVC filmlerden organotin yapıdan ayrılarak gıda benzerine geçişinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Bu geçiş hekzanda 4, 40 ve 70°C'de süre sonunda sırasıyla % 25, % 30 ve % 30 düzeyinde iken % 96'lık etanolde sırasıyla % 14, % 22 ve % 40 düzeyinde gerçekleşmiştir. Düşük sıcaklıklarda hekzandaki migrasyon yüksek iken, etanolde yüksek sıcaklıklarda daha yüksek bir geçiş gözlenmiştir. Sonuç olarak PVC filmlerdeki organotin katkısı, yüksek sıcaklık ve %96 etanol gıda benzerini içeren test koşullarında, hekzan gıda benzerine göre daha fazla migrasyona neden olduğu bildirilmiştir.

Al-Dayel ve ark., polimerik malzemelerin performans özelliklerini iyileştirebilmek için antioksidantlar, stabilizatörler, kayganlaştırıcılar, antistatik ve antiblok aşanları olmak üzere çeşitli tipte katkılar kullanıldığını ve bu katkıların diğer ana bileşenlerle birlikte malzemedan ayrılarak gıdaya geçebildiğini belirtmişlerdir. Geçen bu kalıntılar, insan sağlığı için risk oluşturduğunu, migrasyon denilen bu olay gıdanın yağ içeriğine ve depolama sıcaklığına göre artabileceği belirtilmiştir.

Çalışmalarında, Arabistan'da marketlerde satılan sıcak ve soğuk gıdaların ambalajlanmasında kullanılan, iki çeşit öğütülmüş toz halde düz zincir düşük yoğunluklu polietilen (LLDPE) numunelerde, Nötron Aktivasyon Analiz (NAA) ve ICP-MS cihazlarında numunelerden gıda benzerlerine (su, % 30 etanol, zeytinyağı,

%5 asetik asit) ve zorlu test koşullarında (80-100°C) geçen elementlerin miktarları mg/kg olarak hesaplanmıştır. Analizler sonucunda numunenin bileşiminde yer alan elementlerden, gıda benzerlerine geçiş yüzdeleri sırasıyla asetik asitte Sb % 37, etanolde Zn % 22 ve Mg % 17, zeyinyağında Ti % 12 ile en yüksek geçiş gösteren elementler olmuştur. En düşük geçiş ise etanolde % 0,012 ile Al'da olmuştur. Çalışmaya ait veriler Çizelge 2.11'de verilmiştir.

Çizelge 2.11. Polietilen numunelerde ve numunelerden bazı gıda benzerlerine geçen elementlerin miktarları (Al-Dayel ve ark.)

	Element	Numunedeki element miktarları (ppm)	Gıda benzerlerine geçen elementler ve yüzdesi							
			Su		Etanol		Zeytinyağı		Asetik asit	
			ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%
Termal çanta	Al	100	0,0147	0,15	0,0127	0,13	0,073	0,7	0,181	1,8
	Sb	0,362	0,00307	8,48	0,00372	10,28	0,000631	1,7	0,00824	22,8
	Cu	2,7	0,00668	2,47	0,0076	2,81	0,00224	0,8	TE	TE
	Mg	246	0,0461	0,19	0,553	2,25	0,014	0,1	TE	TE
	Ti	6,6	0,0101	1,53	TE	TE	0,00665	1	TE	TE
	Zn	98	0,0175	0,18	0,0652	0,67	0,0206	0,2	0,982	10
Gıda çantası	Al	768	0,0968	0,13	0,0247	0,03	0,244	0,3	0,413	0,5
	Sb	0,283	0,00372	13,14	0,00391	13,82	0,00066	2,3	0,0105	37,1
	Cu	4,75	0,00638	1,34	0,0154	3,24	0,00661	1,4	TE	TE
	Mg	32	0,0274	0,86	0,555	17,34	0,0374	1,2	TE	TE
	Ti	4,4	0,0115	2,61	TE	TE	0,055	12,5	0,000447	0,1
	Zn	52	0,026	0,5	0,124	2,38	0,163	3,1	1,15	22,1

İncelenen literatür çalışmaları özetlenecek olunursa;

- Plastik malzemelerle ilgili mevzuatın AB’de ve ülkemizde oldukça kapsamlı ve detaylı olduğu görülmektedir.
- Silikon malzemelerle ilgili olarak ise ülkemizde herhangi bir düzenleme bulunmamaktadır. AB’nde ise ortak kabul gören bir düzenleme bulunmamakta, ancak tavsiye niteliğinde 2004 yılında yayınlanmış teknik bir doküman bulunmaktadır. AB ülkelerinin bazıları (Fransa ve İsviçre gibi) bu teknik dökümanı kendi ulusal mevzuatına aktarmalarına karşın bazıları (Almanya gibi) tamamen kendilerinin oluşturdukları düzenlemeler ile silikon malzemeleri kontrol etmektedirler.
- Çalışmaların hepsinde silikon numuneler yerel üretim yapan firmalardan veya marketlerden toplanmıştır. Ayrıca toplanan numunelerin genelde yüksek sıcaklığa birçok kez maruz kalabilen fırın kalıpları olduğu görülmüştür.
- Çalışmalarda silikon numuneler için kullanılan gıda benzerleri; plastik malzemelerde olduğu gibi tenaks, distile su, % 3 asetik asit, % 50 etanol, % 95 etanol, izooktan ve zeytinyağının olduğu ve metotların ise EN 1186 serisinde yer alan daldırma, doldurma ve hücre yöntemleri olduğu görülmüştür. Ancak izooktan ve zeytinyağının silikon malzemede şişmeye yaptığı için migrasyon analizlerinde gıda benzeri olarak tercih edilmemesi gerektiği belirtilmiştir.
- Gerçek gıda denemelerinde kek, pizza, köfte, sütlü tatlı, beyaz şarap, portakal suyu, karbonatlı su kullanıldığı görülmüştür.
- Spesifik migrasyon analizlerinde; GC, LC, jel geçirgenlik kromatografi (GPC), H-NMR, MALDI-TOF ve ICP cihazları kullanılarak organik ve inorganik kalıntılar tespit edilmeye çalışılmıştır.
- Toplam migrasyon analizlerinde düzeltme faktörü uygulanmadığı durumlarda zeytinyağı ve zeytinyağı alternatifi (% 95 etanol ve izooktan) gıda benzerlerinde CoE silikon kılavuzunda yer alan 10 mg/dm²’lik limitin aşıldığı görülmüştür. Ayrıca gerçek gıdaya en uygun gıda benzerinin % 50 ve 95’lik etanolün olduğu belirtilmiştir.
- Silikon malzemelerden geçen kalıntıların % 90’ının siloksanlar oluşturduğu için bunların tespitinde GC ve H-NMR cihazları kullanılmasının daha uygun olacağı belirtilmiştir.

- Kullanım ömürleri boyunca silikon malzemelerden gıdaya siloksan geçişin azalsa da sürdüğünü, geçen bu maddelerden dolayı silikon numunelerin esnekliğini kaybettiği ve zamanla çatlayabileceği belirtilmiştir. Ancak kaybolan esnekliğin, gıdalardan absorplanan yağ bileşikleri ile giderildiği de ifade edilmiştir. Absorplanan bu yağ, silikon malzemedeki yıkama ile uzaklaştırılmadığı da belirtilmiştir.
- Gıdanın tipi ve yağ içeriğinin migrasyon seviyesi için en önemli bir kriter olduğu, ancak benzer yağ içeriğine sahip gıdalarda farklı migrasyon değerlerinin tespit edilmesinin nedeninin ise, yağın gıdadan ayrılıp ayrılmamasına göre etkileneceği belirtilmiştir. Ayrılabilen yağ içeren gıdalarda (köfte gibi) yağın siloksanları çözmesinden dolayı daha yüksek migrasyon değerleri elde edilmiştir. Bu durum silikon kalıpların bu tip gıdalar için kullanılmamasının daha uygun olacağı belirtilmiştir.
- Silikon malzemelerde temperleme işlemi tüm gıda tipleri için düşük migrasyona neden olacağından kullanılması gerekliliği belirtilmiştir.
- Silikon malzemelerde VOC miktarı sonraki migrasyon analizleri için önemli bir gösterge olacağı belirtilmiştir.
- Avrupa Komitesinin 2011 yılındaki düzenlemesinde, 1000 daltondan büyük molekül kütleli kalıntılar ($n > 13$ olan maddeler) vücut tarafından absorplanmadığı için ve düşük molekül ağırlıklı siloksanlarında toksik olmaları ile ilgili henüz bir kanıt bulunmadığından, bu kalıntıların insan sağlığı için risk oluşturmadığı varsayılmaktadır.

Ancak bu çalışmalarda genel olarak;

- Silikon malzemeler ile ilgili yapılan çalışma sayısının çok az ve dar kapsamda yapılması,
- Kullanılan silikon numunelerin kontrolsüz ve kalitesiz koşullarda üretilme ihtimali olan uzak doğudan ithal olmayıp, sadece kaliteli yerli üretim yapan firmalardan alınması veya numunelerin üretim yerleri ile ilgili bilgi verilmemesi,
- Silikon numunelerde migrasyon analizleri için zorlayıcı bir gıda benzeri olan %3 asetik asitin sadece bir çalışmada kullanılmış olması,

- Silikon ve plastik malzemelerin üretiminde kullanılan ham ve yardımcı maddelerden gelebilecek metalik safsızlıkların özellikle ağır metallerin migrasyonu ile ilgili detaylı çalışmalara rastlanılmaması, ulusal ve uluslararası olarak önemli bir boşluğa neden olmaktadır.

Gıda ile temas eden plastik ve silikon malzemeler ülkemizde olduğu gibi tüm dünyada yaygın bir şekilde kullanılan ve çeşitliliği her geçen gün artan malzemelerdir. Ülkemize bu malzemeler çeşitli renk ve boyutlarda ithal olarak çoğunlukla uzak doğudan gelmekte ve yüksek sıcaklıklarda tekrar kullanılabilir. Literatürde bu malzemelerle ilgili yapılan çalışmalar çok az ve yetersiz olması, ülkesel olarak da yapılmış bir çalışma bulunmaması, özellikle silikon malzemelerle ilgili mevzuatımızın olmaması detaylı olarak denetlenememesine neden olmaktadır. Bu durum insan sağlığı için önemli bir risk oluşturmaktadır. Bu nedenle ülkemiz koşullarında silikon ve plastik malzemelerin mevcut durumları ile ilgili kapsamlı bir tez çalışma yapılması planlanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada kullanılacak gıda ile temas eden plastik ve silikon mutfak gereçleri seçilirken migrasyon riskini artıracak zorlu koşullarda (sıcaklık ve süre) ve yaygın bir şekilde tekrar kullanılmaları dikkate alınarak **silikon kek kalıpları** ve **plastik saklama kapları** belirlenmiştir. Numuneler 2014 yılında piyasadan toplanmıştır. Numunelere ait etiket bilgileri, analizde kullanılacak kodlamaları ve görselleri Çizelge 3.1 ve 3.2 ile Şekil 3.1 ve 3.2’de verilmiştir.



Çizelge 3.1. Piyasadan toplanan plastik saklama kabı numune etiket bilgileri ve kodlamaları.

Malzeme	Kullanım amacı	Üretim yeri (menşei)	Yaklaşık birim fiyatı (TL)	Kullanım sıcaklığı(°C)		Gıda ile temas eden yüzey rengi	Kodlama
				Min.	Maks.		
Polipropilen (PP)	Saklama kabı	Çin	4,47	-20	110	Şeffaf	P1-1
		Çin	1,67	---	---	Şeffaf	P2-1
		Türkiye	3,43	-25	95	Şeffaf	P3-1
		Türkiye	0,78	-25	95	Şeffaf	P4-1
		Çin	0,59	---	---	Şeffaf	P5-1
		Vietnam	8,90	---	---	Şeffaf	P6-1
		Türkiye	4,00	-25	95	Şeffaf	P7-1
		Tayvan	3,50	---	100	Mavi	P8-1
		İtalya	14,99	---	100	Şeffaf	P8-2
		Güney Kore	2,04	-25	125	Şeffaf	P9-1
		Türkiye	4,80	-25	95	Şeffaf	P10-1
		Türkiye	1,25	-25	95	Pembe	P10-2
			1,25			Turuncu	P10-3
			1,25			Mor	P10-4
			1,25			Yeşil	P10-5
		Türkiye	2,50	-25	95	Beyaz	P11-1
		Türkiye	2,03	-40	100	Şeffaf	P12-1
		Türkiye	9,45	-25	95	Şeffaf	P13-1
		Türkiye	2,00	-25	95	Şeffaf	P14-1
		Güney Kore	1,36	-40	140	Şeffaf	P15-1
		İtalya	1,4	-20	100	Şeffaf	P16-1
		Türkiye	2,74	-25	95	Şeffaf	P17-1
		Türkiye	2,00	-25	95	Şeffaf	P18-1
		Türkiye	3,00	-25	95	Şeffaf	P19-1
		Türkiye	3,50	-40	110	Şeffaf	P19-2
		Türkiye	1,23	-25	95	Kırmızı	P20-1
		Türkiye	2,75	---	---	Şeffaf	P21-1
		Çin	1,00	-18	120	Yeşil	P22-1
			1,00			Mavi	P22-2
Toplam						29 çeşit	



Şekil 3.1. Piyasadan toplanan plastik saklama kabı görselleri



Şekil 3.1. Piyasadan toplanan plastik saklama kabı görselleri (devam).

Çizelge 3.2. Piyasadan toplanan silikon kek kalıbı numune etiket bilgileri ve kodlamaları.

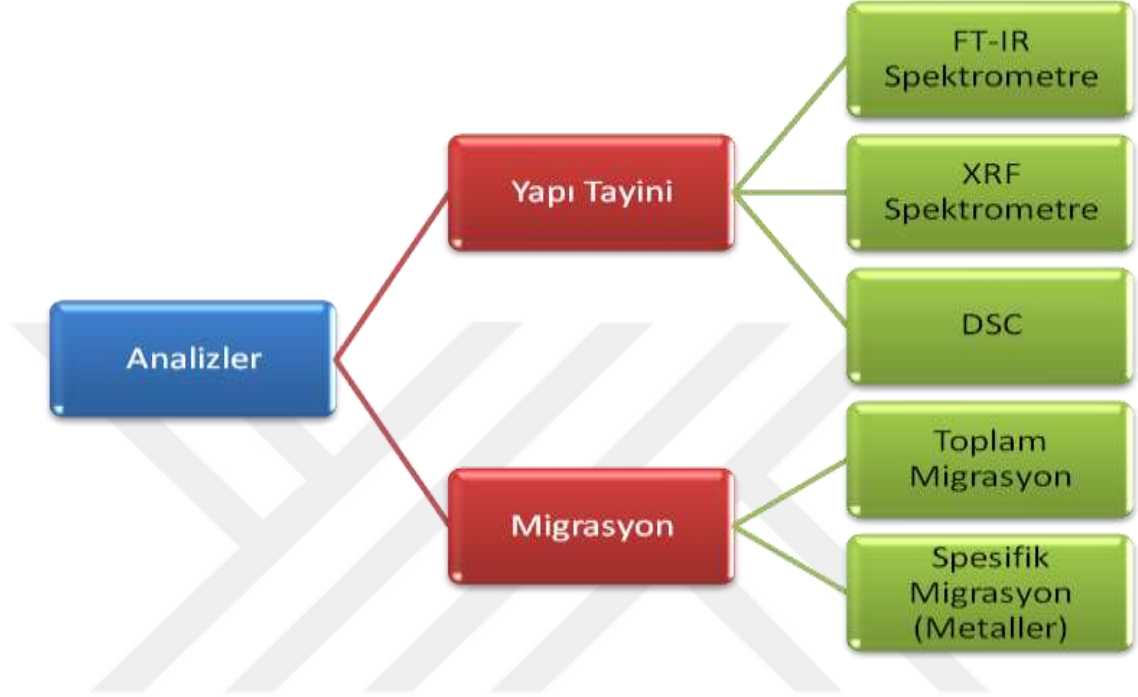
Malzeme	Kullanım amacı	Üretim yeri (menşei)	Yaklaşık birim fiyatı (TL)	Kullanım sıcaklığı (°C)		Gıda ile temas eden yüzey rengi	Kodlama
				Min.	Maks.		
Silikon	Kek kalıbı	---	25,00	---	220	Kahverengi	S1-1
		---	2,46	---	240	Kırmızı	S2-1
		Çin	12,50	-40	230	Kahverengi	S3-1
		Çin	1,21	-40	230	Kırmızı	S3-2
			1,21			Yeşil	S3-3
			1,21			Turuncu	S3-4
		Çin	44,95	---	230	Kahverengi	S4-1
		Çin	1,91	-40	200	Mor	S4-2
			1,91			Yeşil	S4-3
			1,91			Kırmızı	S4-4
			1,91			Mavi	S4-5
		İtalya	39,90	-40	250	Kahverengi	S5-1
		Çin	6,90	---	---	Turuncu	S6-1
		Çin	0,78	-40	230	Kırmızı	S7-1
			0,78			Yeşil	S7-2
			0,78			Mor	S7-3
		---	1,00	---	---	Turuncu	S8-1
			1,00			Pembe	S8-2
			1,00			Yeşil	S8-3
			1,00			Kırmızı	S8-4
			1,00			Mavi	S8-5
			1,00			Mor	S8-6
		Çin	19,90	-40	220	Kırmızı	S8-7
		Tayvan	29,50	-40	230	Beyaz	S9-1
		Çin	15,18	-40	230	Kırmızı	S10-1
		Thailand	2,50	---	250	Kahverengi	S11-1
			2,50			Pembe	S11-2
			2,50			Mavi	S11-3
Toplam						28 çeşit	



Şekil 3.2. Piyasadan toplanan silikon kek kalıbı numune görselleri.

3.2. Yöntem

Numunelerde yapılacak analizler Şekil 3.3’de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Numunelerde yapılacak analizler

3.2.1. Numunelerin analize hazırlanması

3.2.1.1. Yıkama

Numuneler EN 1186:1 standardı ve etiket bilgileri dikkate alınarak 45-50°C’lik ev tipi bulaşık deterjanlı su ile yıkanarak metalik bulaşmaya izin vermeyecek şekilde saf su ile birkaç kez durulanmışlardır (Şekil 3.4).

3.2.1.2. Alan ve hacim ölçümleri

EN 1186:1, EN 13130:1 ve Anonim 2009a’a göre numunelerin gıda ile temas eden yüzey alanları kumpas yardımı ile ölçülüp dolum kapasiteleri hesaplanmıştır. Bu ölçüler Çizelge 3.3’te verilmiştir (Anonim 2006b, 2008f, 2009a).



Şekil 3.4. Numunelerin yıkanmaları sonrası örnek görüntüleri

Çizelge 3.3. Silikon ve plastik numune ölçüleri

Numune kodları	Gıda ile temas eden yüzey alanı (dm ²)	Kapasitesi (mL)	Kalınlık (mm)	Numune kodları	Gıda ile temas eden yüzey alanı (dm ²)	Kapasitesi (mL)	Kalınlık (mm)
S1-1	1,08	127,8	1,53	P1-1	3,79	600	1,64
S2-1	0,47	38,0	1,92	P2-1	2,29	240	1,82
S3-1	0,95	63,1	0,90	P3-1	3,85	650	1,44
S3-2	0,91	116,1	0,80	P4-1	2,31	300	2,02
S3-3	0,91	116,1	0,83	P5-1	2,47	280	2,63
S3-4	0,91	116,1	0,90	P6-1	4,30	800	1,52
S4-1	0,72	79,2	1,16	P7-1	5,04	1200	1,31
S4-2	0,69	82,3	1,45	P8-1	2,86	400	0,4
S4-3	0,69	82,3	1,18	P8-2	2,46	324	1,01
S4-4	0,69	82,3	1,20	P9-1	2,32	330	1,65
S4-5	0,69	82,3	1,22	P10-1	5,77	1300	1,17
S5-1	0,47	39,8	1,35	P10-2	2,32	350	0,93
S6-1	0,74	69,6	0,81	P10-3	2,32	350	0,93
S7-1	0,75	91,1	0,97	P10-4	2,32	350	0,92
S7-2	0,75	91,1	0,80	P10-5	2,32	350	0,93
S7-3	0,75	91,1	0,85	P11-1	3,56	600	0,91
S8-1	0,73	91,3	0,56	P12-1	2,43	400	1,02
S8-2	0,73	91,3	0,72	P13-1	5,27	1200	1,14
S8-3	0,73	91,3	0,85	P14-1	7,29	1800	1,21
S8-4	0,73	91,3	0,86	P15-1	2,99	500	2,07
S8-5	0,73	91,3	0,76	P16-1	1,75	250	0,83
S8-6	0,73	91,3	0,77	P17-1	2,16	350	1,05
S8-7	0,85	92,0	1,25	P18-1	4,76	1000	1,23
S9-1	1,11	136,7	1,78	P19-1	3,06	500	1,17
S10-1	0,86	95,6	1,28	P19-2	3,50	600	1,50
S11-1	0,96	107,3	0,95	P20-1	3,23	550	0,78
S11-2	0,96	107,3	0,96	P21-1	2,51	400	1,36
S11-3	0,96	107,3	0,97	P22-1	3,90	600	0,45
				P22-2	3,90	600	0,45
Ölçüm aralığı	0,47-1,11	38-137	0,56-1,92		1,75-7,29	240-1800	0,40-2,63

3.2.2. Analizler

3.2.2.1. Analiz metotlarının geçerli kılınması (Validasyon-Verifikasyon)

Seçilen metodun istenen amaca uygun nitelikte (performansta, kalitede) sonuç verdiğini test etmek ve metodun rutin kullanımı sırasında istenen performansı sağlamanın koşullarını belirlemek ve kontrol altında tutmaktır.

Kimyasal analizlerde analiz metodunun uygulama performansı birçok faktöre bağlıdır. Bu nedenle ölçüm metodunun çok iyi tanımlanması gerekmektedir. Analiz edilen örneğe, analiz edilen bileşenlerin cinsine ve miktarına bağlı olarak farklı metot kullanmak gerekebilmektedir. Belli bir analiz için çok değişik metotlardan hangisinin kullanılacağı analiz edilen örnek cinsine, analiz edilecek bileşenlerin miktarına, günlük yapılacak analiz sayısına, istenen sonucun kalitesine, metodunun uygulama kolaylığına, analiz süresine, analiz maliyetine bağlı olarak yapılacak bir değerlendirme sonucunda belirlenmelidir.

ISO 9000 ve ISO/IEC 17025 standartlarına göre bir laboratuvarında kullanılacak her türlü metot, rutin analiz için kullanılmadan önce laboratuvar koşullarında analiz yapan kişiler tarafından geçerli kılınması gerekmektedir. Akredite laboratuvarlar için bir zorunluluk olup belli bir kalite sistemine uygun çalışan laboratuvarların kullandıkları metotları geçerli kılmaları gerekmektedir. Laboratuvarında kullanılacak metotların standart olup olmamasına göre geçerli kılınma süreci değişmektedir. Bunlar:

Verifikasyon; Standart bir metodun (ISO, ASTM, EN gibi) kapsamının dışına çıkmadan ve modifikasyon yapmadan laboratuvar koşullarında rutin analizlerde kullanılmadan önce yapılması gereken basamakları içeren geçerli kılma sürecidir.

Validasyon; Standart olmayan ve işletme içi olarak geliştirilen metotlar ile standart olan ancak kapsamı dışında kullanılacak veya modifiye edilecek metotların laboratuvar koşullarında rutin analizlerde kullanılmadan önce yapılması gereken basamakları içeren geçerli kılma sürecidir. Validasyonu değerlendirmede kullanılan bazı performans parametreleri vardır (Çizelge 3.4). Bu parametrelerin analitik uygulamalara göre kullanımı değişmektedir (Anonim, 2002b, 2007a, 2012b, 2014a, 2015a).

Çizelge 3.4. Validasyonu değerlendirmede kullanılan önemli performans parametreleri (Anonim 2014a).

Performans parametreleri		Tanımı	Analitik uygulamalar				
			Kimlik saptama testlerinde	Niceliksel safsızlık analizlerinde	Safsızlık limit analizlerinde	Niceliksel olarak ana bileşik analizlerinde	
Seçicilik (Selectivity)		Metodun karışım içindeki veya benzer özellikteki diğer bileşikleri içeren matriksten aranılan analiti tespit edebilmesi	X	X	X	X	
Limitler	Tespit limiti (LOD)	Metodun analiti tespit edebildiği minimum seviyedir. Genelde standart sapmanın 3 katıdır.			X		
	Ölçüm limiti (LOQ)	Bazı uygulamalarda metodun analiti tespitinde kabul edilebilir minimum seviyedir. Genelde standart sapmanın 10 katıdır.		X			
Çalışma aralığı (Working range)		Metodun kabul edilebilir belirsizlik ile sonuçları verdiği doğrusal (lineer) aralıktır. En alt noktasını LOQ oluşturur.		X		X	
Doğruluk (Accuracy)	Gerçeklik (Trueness)	Sapma (Bias)	İçerği bilinen analitin oluşturulan metod ile okunarak gerçek değere yakınlığının belirlenmesi		X	X	
		Geri kazanım (Recovery)					
	Kesinlik (Precision)	Tekrarlanabilirlik (Repeatability)	Tek analistin aynı ekipman ile kısa zamanda elde ettiği sonuçların birbirlerine yakınlığı		X		X
		Tekrarüretilebilirlik (Reproducibility)	Farklı analistlerin aynı ekipman ile uzun zamanda elde ettiği sonuçların birbirlerine yakınlığı		X		X
Ölçüm belirsizliği (measurement uncertainty)		Sonuca etki edebilecek tüm tanımlanmış parametrelerin dikkate alınarak hesaplanması ile elde edilir.		X		X	

Çalışmada yapılacak analizlerin validasyon basamakları şunlardır (Standart çalışma yönteminin hazırlanması) :

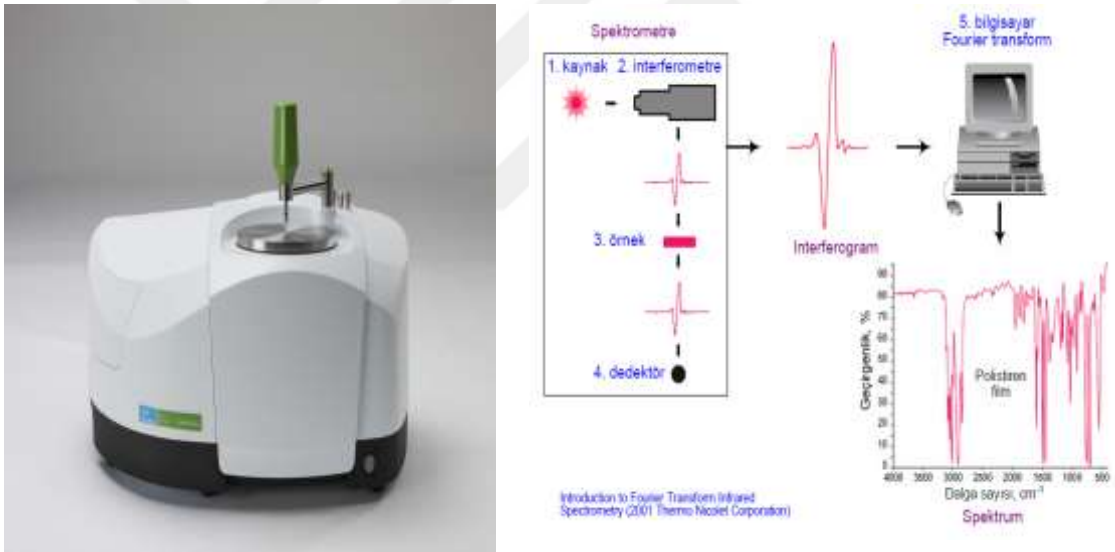
- Validasyon strateji planının hazırlanması
 - Metodun amaç ve kapsamının belirlenmesi
 - Kullanılacak cihazlar ve sarf malzemelerin tanımlanması
 - Metot validasyon parametrelerinin seçimi (Çizelge 3.4) ve içeriklerinin belirlenmesi
- Validasyon çalışmalarının belirlenen strateji planı çerçevesinde yapılır ve sonuçlar raporlanır.

Tüm analizler temel bu başlıklar altında validasyonları yapılarak raporları her bir analizin kendi başlığı altında verilmiştir.

3.2.2.2. Yapı tayini analizleri

3.2.2.2.1. Fourier dönüşümlü kızılötesi (FT-IR) spektrometre analizleri

Bu analiz AL-TL-06 işletme içi metoduna göre polimer malzemelerin Perkin Elmer Spectrum Two marka FT-IR spektrometresinin zayıflatılmış toplam yansıma (ATR) ünitesindeki okuma haznesine yerleştirilip, $400-4000\text{ cm}^{-1}$ aralığındaki absorpsiyon (veya transmittans) spektrumlarının alınarak numunelerde yer alan veya numunelerden geçen kalıntıların bağ yapıları üzerinden polimerin türü veya kalıntının türünü belirlenmesi esasına dayanır. Numunelerde belirlenen bu bağ yapısı spektrumları, cihaz üzerinde yüklü elektronik sertifikalı kütüphane (BIO-RAD Sadtler Spectral Databases Library Polymers vol.2) ve Polimer Verileri El Kitabı (Polymer Data Handbook) yardımıyla sonuçlar karşılaştırılarak polimerin türü belirlenir. FT-IR cihazı ile veri eldesi basamakları Şekil 3.5'te verilmiştir (Mark 1999, Anonim 2007b, 2012a).



Şekil 3.5. Analizde kullanılan ATR üniteli FT-IR spektrometresi ve cihazda veri eldesi

Buna göre ilk önce numunelerin spektrumlarından polimer türleri belirlenecek, sonra gıda benzerleri ile temas sonrasında (Çizelge 3.8) numunelerde ve gıda benzerlerinde meydana gelebilecek değişimler incelenecektir. Değişimler incelenirken çalışmada kullanılan orta kızılötesi spektroskopisi ($4000-400\text{ cm}^{-1}$ arası), temelde iki bölgeden oluşmaktadır. Bunlar $4000-1500\text{ cm}^{-1}$ arası **fonksiyonel grup bölgesi** ve $1500-400\text{ cm}^{-1}$ arası **parmak izi bölgesi** diye adlandırılmaktadır. Bu bölgelerde titreşme yapan bağ

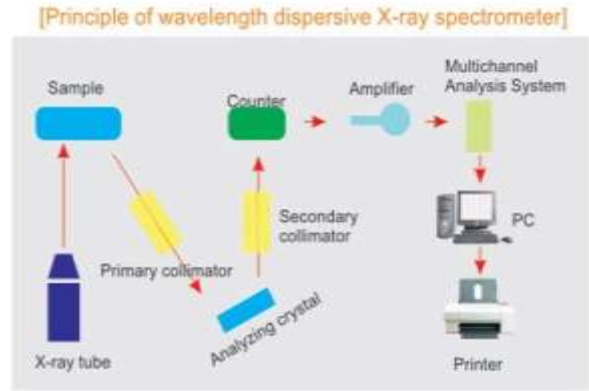
çeşitleri ve titreşme türleri Çizelge 3.5’de verilmiştir. Bu çizelgeye göre yapıya dahil olan veya ayrılan bileşiklerin bağ yapısı hakkında kabaca bilgi edinilebilir. Ama hiçbir zaman NMR ve MS teknikler olmadan bu bileşikler hakkında kesin bilgiye ulaşılamayacağı unutulmamalıdır (Erdik 2008).

Çizelge 3.5. Orta kızılötesi spektroskopisi soğurma bölgeleri ve özellikleri

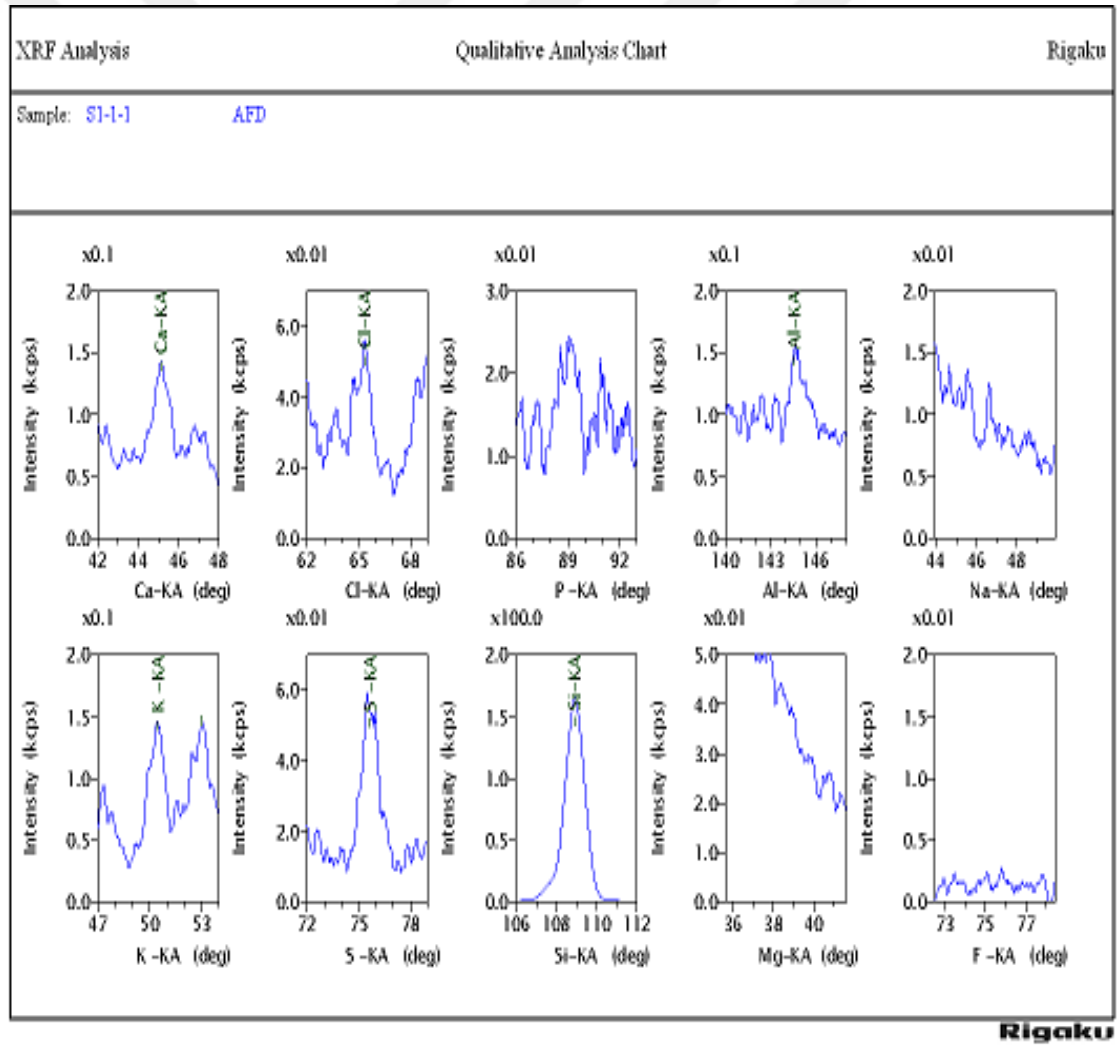
Bölge	Soğurma aralığı (cm ⁻¹)	Bağlar ve titreşme türleri
X-H bağı gerilmesi bölgesi	4000-2500	C-H, O-H, S-H, N-H gerilmesi
Üçlü bağ bölgesi	2500-1800	C≡O, C≡N, X=Y=Z (X, Y, Z: C, O, S, N)
Çift bağ bölgesi	1800-1500	C=O, C=N, C=C, N=O gerilmesi ve N-H düzlem dışı eğilmesi
Parmak izi bölgesi	1500-400	C-C, C-O, C-N, gerilmesi ve C-H, O-H, S-H, N-H eğilmesi

3.2.2.2.2. X-ışınli flouresans (XRF) spektrometre analizleri

AL-TL-04 işletme içi metoduna göre numunelerden belirli ölçülerde (33 mm < çap < 44 mm) kesitler alınır. Yüzeydeki kirlilikler uzaklaştırılır, iyice durulandıktan sonra saf sudan geçirilip kurutulur. Bulaşmaya izin vermeden Rigaku Supermini marka ve model dalga boyu dağılımlı X-ışınli flouresans spektrometre (WD-XRF) cihazında temel parametreler metodu (FPM) kullanılarak yarı niceliksel olarak Flor (F-9)’dan Uranyum (U-92)’a kadar tüm element içeriği taranır. Sinyal veren elementler % kütle/kütle (%m/m) olarak miktarı hesaplanır. WD-XRF cihazında veri eldesi Şekil 3.6’da ve WD-XRF cihazına ait spektrumu kesiti Şekil 3.7’de verilmiştir (Anonim 2009b, 2010b, 2012c).



Şekil 3.6. Analizde kullanılan WD-XRF cihazı ve cihazda veri eldesi

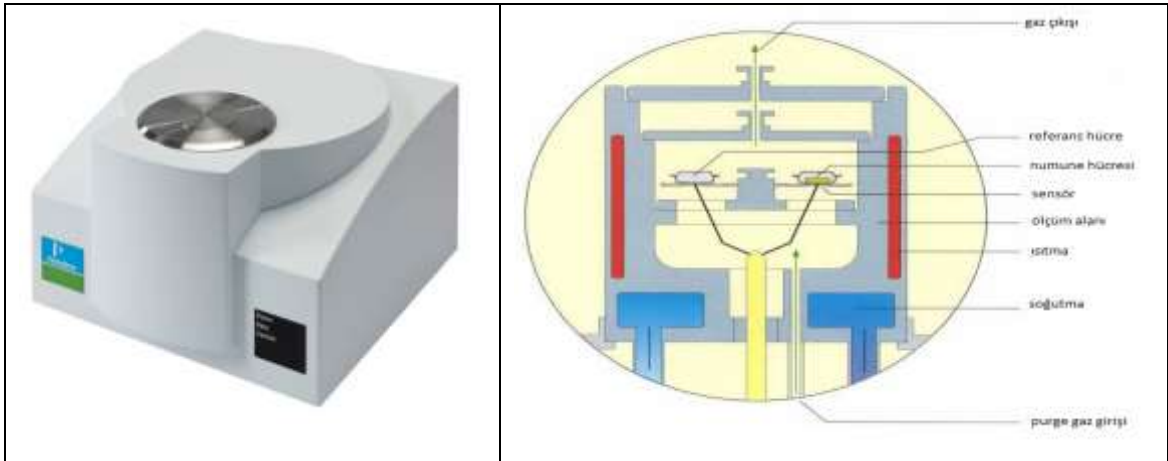


Şekil 3.7. Rigaku Supermini WD-XRF cihazına ait örnek bir element analiz spektrum kesiti

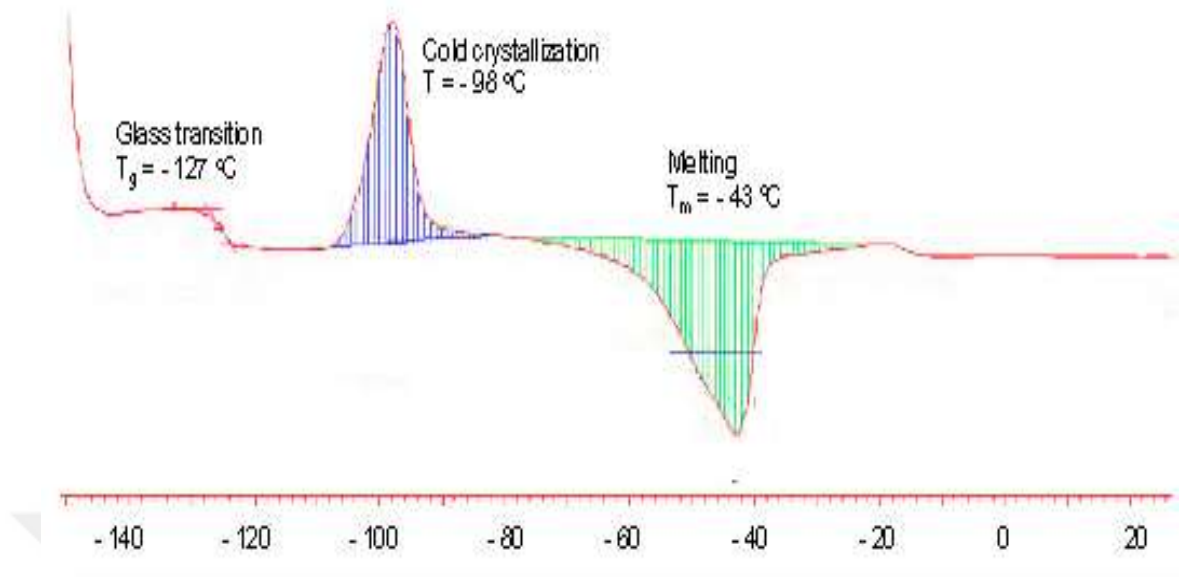
3.2.2.2.3. Differansiyel taramalı kalorimetre (DSC) analizleri

Bu analiz AL-TL-22 işletme içi metoduna göre polimer malzemelerin Perkin Elmer 4000 marka DSC cihazında -60°C ile 400°C arasında ısıtılıp soğutulması sonucunda yapıda meydana gelen karakteristik termal özelliklerin belirlenmesi esasına dayanır. Analizde kullanılacak cihaz Şekil 3.8’de verilmiştir. Polipropilen numunelerde camısı, erime ve kristalizasyon sıcaklığı hesaplanabilirken, silikon numunelerde ise analizlerin yapılacağı cihazın çalışma aralığına uygun olarak sadece erime sıcaklığı ile ilgili veriler elde edilebilmiştir. Bu durum Şekil 3.9’daki silikona ait temel termal görüntülerden de anlaşılmaktadır.

Analiz edilecek numunelerden cihaz küvetlerine 1-10 mg arası 0,1 mg hassasiyetle tartıldıktan sonra kapağı kapatılır. Analiz sırasında numunenin sıcaklıkla meydana gelebilecek kabarmasını engellemek için küvet kapağının üzerine küçük bir delik açılır. Analize hazırlanmış örnekler, referans hücre ile birlikte okuma haznesine yerleştirilir, 20 ($\pm 0,3$) mL/dk azot gazı akışında Çizelge 3.6’daki DSC programına göre numuneler analize alınır. Elde edilen grafikten karakteristik sıcaklık değerleri (T_g , T_m ve T_c gibi) hesaplanır. Bu değerler Mark (1999) ve Saçak (2010)’a göre değerlendirilerek numunenin yapısı belirlenir (Mark 1999, Anonim 2006a, 2008a, 2008b, 2008c, 2011c, 2015b, Saçak 2010).



Şekil 3.8. Analizde kullanılan DSC cihazı ve cihaz iç görüntüsü



Şekil 3.9. Silikona ait temel DSC ile termal görüntüsü (Anonim 2015c)

Çizelge 3.6. DSC cihazında metot parametreleri

Basamaklar		Plastik	Silikon
1: Isı artış/azalış	Başlangıç sıcaklığı ($^\circ\text{C}$)	-50	-60
	Bitiş sıcaklığı ($^\circ\text{C}$)	200	-20
	Isıtma hızı ($^\circ\text{C}/\text{dk}$)	20	10
2: Bekleme	Sıcaklık ($^\circ\text{C}$)	200	--
	Süre (dk)	5	--
3: Isı artış/azalış	Başlangıç sıcaklığı ($^\circ\text{C}$)	200	--
	Bitiş sıcaklığı ($^\circ\text{C}$)	-50	--
	Soğutma hızı ($^\circ\text{C}/\text{dk}$)	20	--
4: Bekleme	Sıcaklık ($^\circ\text{C}$)	-50	--
	Süre (dk)	10	--
5: Isı artış/azalış	Başlangıç sıcaklığı ($^\circ\text{C}$)	-50	--
	Bitiş sıcaklığı ($^\circ\text{C}$)	200	--
	Isıtma hızı ($^\circ\text{C}/\text{dk}$)	20	--

3.2.2.3. Migrasyon analizleri

Migrasyon analizleri toplam ve spesifik migrasyon olmak üzere iki gruba ayrılır. Migrasyon analizleri, her zaman her koşulda gerçek gıda ile yapılamayacağı için malzemelerin kullanım koşulları (temas ettiği gıda grupları, temas süresi, temas sıcaklığı, tekrar kullanım özelliği) göz önüne alınarak uygun gıda benzerleri ve test koşullarının seçilmesi gerekmektedir. Bu nedenle bu analizlerde kullanılacak gıda benzerleri ve özellikleri ile test koşulları bu amaç için oluşturulan EN 1186:1-8-9-14, EN 13130:1 nolu standartları ile TKG 2013/34 ve 35 nolu tebliğlerine göre belirlenmiştir. Seçilen gıda benzerleri ve test koşulları Çizelge 3.7’de ve gıda benzerlerinin analizlerde kullanılma durumları Çizelge 3.8’de verilmiştir (Anonim 2006b, 2008f, 2013a, 2013b).

Çizelge 3.7. Numuneler için belirlenen gıda benzerleri ve test koşulları

Gıda benzerleri	İçerik	Kodlama	Temsil ettiği gıda grubu	Test Koşulları	
				Silikon kek kalıbı	Plastik saklama kabı
Gıda benzeri A	% 10 Etil alkol	GB-A veya %10 EtOH	pH > 4,5 olan sulu gıdalar	---	70°C 2 saat
Gıda benzeri B	% 3 Asetik asit	GB-B veya %3 HOAc	pH < 4,5 olan sulu gıdalar	100°C 4 saat	70°C 2 saat
Gıda benzeri D1	% 50 Etil alkol	GB-D1 veya %50 EtOH	Su içinde yağ emülsiyonları için	60°C 6 saat	60°C 2 saat
Gıda benzeri D2	Bitkisel yağ	GB-D2 veya Yağ	Yüzeylerinde serbest yağ içeren gıdalar için	175°C 2 saat	70°C 2 saat
Gıda benzeri D3	% 95 Etil alkol	GB-D3 veya %95 EtOH	GB-D2’nin yerine kullanılabilen gıda benzerleri	60°C 6 saat	60°C 2 saat
Gıda benzeri D4	İzooktan	GB-D4 veya İzo		---	40°C 0,5 saat

Çizelge 3.8. Migrasyon analizleri ile elde edilen gıda benzerlerinin analizlerde kullanılma durumları

Gıda benzerleri	Yapı Tayini Analizleri				Migrasyon Analizleri			
	FT-IR		WD-XRF	DSC	Toplam		Metal	
	Plastik	Silikon			Plastik	Silikon	Plastik	Silikon
GB-A	X				X			
GB-B	X	X			X	X	X	X
GB-D1	X	X			X	X		
GB-D2	X	X					X	X
GB-D3	X	X			X	X		
GB-D4	X				X			

Migrasyon analizleri, kapasiteleri ve alanları belirlenmiş, yıkanmış ve kurutulmuş numunelere önceden belirtilen test sıcaklığına getirilmiş dolun kapasitelerine kadar gıda benzerleriyle doldurulur ve ağızları inert bir malzeme (saat camı) ile buharlaşma olmaması için kapatılır. Belirlenen test koşullarında bekletilmek üzere 3 paralelli olarak etüvlere alınır. Aynı koşullarda cam kaplara 2'şer adet kontrol gıda benzerleri de alınır. Süre sonunda etüvden çıkarılarak toplam ve spesifik migrasyon analiz basamakları izlenir. Çalışmada kullanılan numuneler tekrar kullanımlı oldukları için aynı test koşullarında aynı gıda benzerleri ile toplam 3 kere analize alındıktan sonra her bir kullanım sonucu ayrı olarak belirtilir.

3.2.2.3.1. Toplam migrasyon analizleri

Toplam migrasyon analizlerinde gıda benzerlerinden GB-D2 yerine numunelerin özellikleri ve analiz süreci dikkate alınarak, EN 1186-14 standardına uygun olarak alternatif gıda benzerleri (GB-D3 ve GB-D4) kullanılmıştır. Alternatif bu gıda benzerlerinden GB-D4, silikon numuneler tarafından absorplanarak şişmelerine neden olduğu için analizlerde kullanılamamıştır.

Buna göre madde 3.2.2.3'teki süreç sonucunda belirlenen gıda benzerleri kütlesi belli buharlaştırma kaplarına boşaltılır. Sıcak tabla (hotplate) üzerinde tüm gıda benzerleri uçurulur. Gıda benzerleri tamamen uçurulduktan sonra buharlaştırma kapları etüv içerisine alınır ve 105 - 110°C arasında bir sıcaklıkta sabit tartıma gelinceye kadar bekletilir. Sabit tartım değeri kaydedilir. Toplam uçucu olmayan kalıntı miktarı numune hacmine göre aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanır (Anonim 2006b).

200 mL < Numune hacmi < 500 mL ise: $M_1(\text{mg}/\text{dm}^2) = ((m_a - m_b) \times 1000 \times v) / (S \times 200)$

500 mL ≤ Numune hacmi ≤ 10 L ise : $M_2(\text{mg}/\text{kg}) = (m_a - m_b) \times 1000 / 0,2$

Numune hacmi < 200 mL ise : $M_3(\text{mg}/\text{dm}^2) = ((m_a - m_b) \times 1000 \times v) / (S \times N)$

$M_{1,2,3}$: Gıda benzerine geçen uçucu olmayan madde miktarı

ma : Numuneden gelen kalıntı miktarı (g)

mb : Kontrolden gelen kalıntı miktarı (g)

S : Numunenin gıda ile temas eden yüzey alanı (dm²)

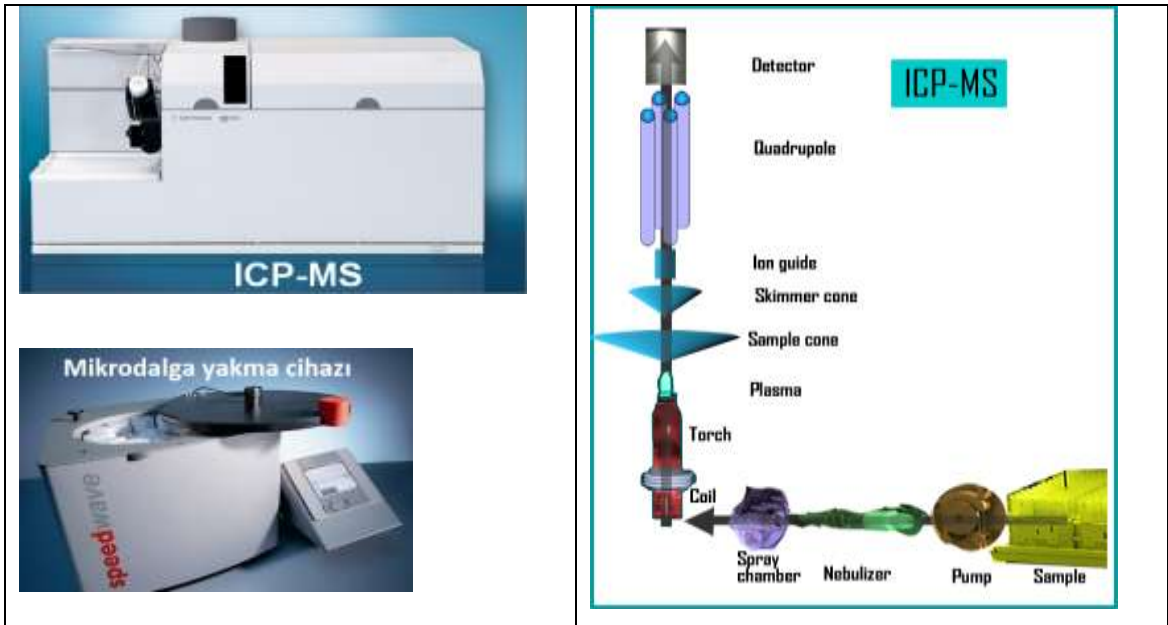
v : Doldurulan gıda benzerinin hacmi (mL)

N : 200 mL gıda benzeri ile temas edecek numune adedi

3.2.2.3.2. Spesifik migrasyon analizleri (metal migrasyonu)

Spesifik migrasyon analizlerinde incelenecek metaller belirlenirken, WD-XRF spektrometre cihazı ile yapılan yarı niceliksel analiz sonuçları, TGK 2013/34 nolu tebliğde limiti bulunan elementler, Avrupa İlaç Kalitesi ve Sağlığı Koruma Başkanlığı Gıda Ambalaj Malzemeleri ve Farmasötik Ürünler Uzmanlar Komitesi (EDQM P-SC-EMB) tarafından gıda ile temas eden metal ve alaşım malzemeler kılavuzunda yer alan elementler, Almanya Risk Değerlendirme Enstitüsü (BfR) ve Avrupa Konseyi silikon malzemelerde ilgili dokümandaki (CoE silikon) silikon malzemeler ile ilgili yayınlanan kılavuzdaki elementler dikkate alınmıştır.

Buna göre madde 3.2.2.3'den elde edilen gıda benzerlerinden sadece GB-B ve GB-D2 kullanılmıştır. Çünkü bu gıda benzerleri polimer malzemelerden geçebilecek inorganik ve organik bağlı metaller için en zorlu test koşulları olarak kabul edilmektedir. NMKL No:186 metodu kullanılarak GB-B ve GB-D2'ye geçen metaller aşağıda belirtilen ön işlemlerden geçirildikten sonra ICP-MS ile düzeyleri mg/L olarak belirlenip daha sonra sonuçlar temas eden yüzey alanı dikkate alınarak mg/dm² ve mg/kg (6dm²) olarakta hesaplanmıştır. ICP-MS cihazında veri eldesi Şekil 3.10'da verilmiştir.



Şekil 3.10. Metal analizinde kullanılan cihazlar ve ICP-MS ile veri eldesi

Ön İşlemler: Madde 3.2.2.3'ten elde edilen gıda benzerlerinden GB-D2'den 0,2 g tartılır, üzerine yüksek saflıkta % 65'lik nitrik asitten (Merck Suprapur) 6 mL ve % 31'lik hidrojen peroksitten (Merck Ultrapur) 1 mL parçalama kimyasalları eklenir. Bir adette aynı parçalama kimyasallarını içeren kontrol numunesi hazırlanır. Daha sonra PTFE parçalama kaplarının ağızları kapatılarak Berghof MWS 3+ marka ve model mikrodalga parçalama fırınında Çizelge 3.9'da belirtilen parçalama programı ile yüksek sıcaklık ve basınçta parçalanır. Program sonunda PTFE kaplar oda sıcaklığına geldikten sonra içeriği Human Power I+ Scholar marka ve model cihazdan elde edilen ultra saf su ile (25 °C'deki direnci 18 MΩ·cm büyük olan) 50 mL'lik ölçü balonuna aktarılır. Bu basamaktan itibaren GB-B'de ön işlemlere dahil olarak GB-D2 ile birlikte 0,45 µm gözenekli filtreden (Hidrofilik polivinilden florit (PVDF) Millipore Millex-HV) geçirilerek tek kullanımlık plastik tüplere süzülür (Anonim 2007c).

Ön işlemlerden geçirilmiş GB-B ve GB-D2, Çizelge 3.10'daki cihaz parametrelerine göre içeriğindeki elementler Agilent 7500 cx marka ve model ICP-MS ile aşağıdaki formüle göre kalibrasyon eğrisi ile düzeyleri mg/L olarak belirlenir. ICP-MS'te kalibrasyon eğrisi çizilirken yüksek saflıkta 1000 mg/L konsantrasyonda High-Purity marka standart metal çözeltileri kullanılır. Her bir metalin ICP-MS'teki çalışma koşulları Çizelge 3.11'de ve çalışılan metallere ait kalibrasyon grafikleri Şekil 3.11'de verilmiştir. Ulusal ve uluslar arası düzenlemelerde limiti bulunan metaller Çizelge 3.12'de verilmiştir. TGK 2013/34 nolu Plastik Tebliğinde limiti bulunan elementlerden lityum (Li), cihazın internal standart karışım çözeltisinde yer alan 6 elementten biri olduğu için numunelerde bu elemente bakılamamıştır.

$$\text{Sonuç (mg/kg)} = [(C - K) \times (V / W)] / 1000$$

- C** : Kalibrasyon eğrisinden okunan örnek konsantrasyonu (µg/L)
K : Kalibrasyon eğrisinden okunan kontrol konsantrasyonu (µg /L)
V : Analize hazırlanmış örnek hacmi (mL)
W : Örnek miktarı (g)

Çizelge 3.9. Mikrodalgada parçalama programı

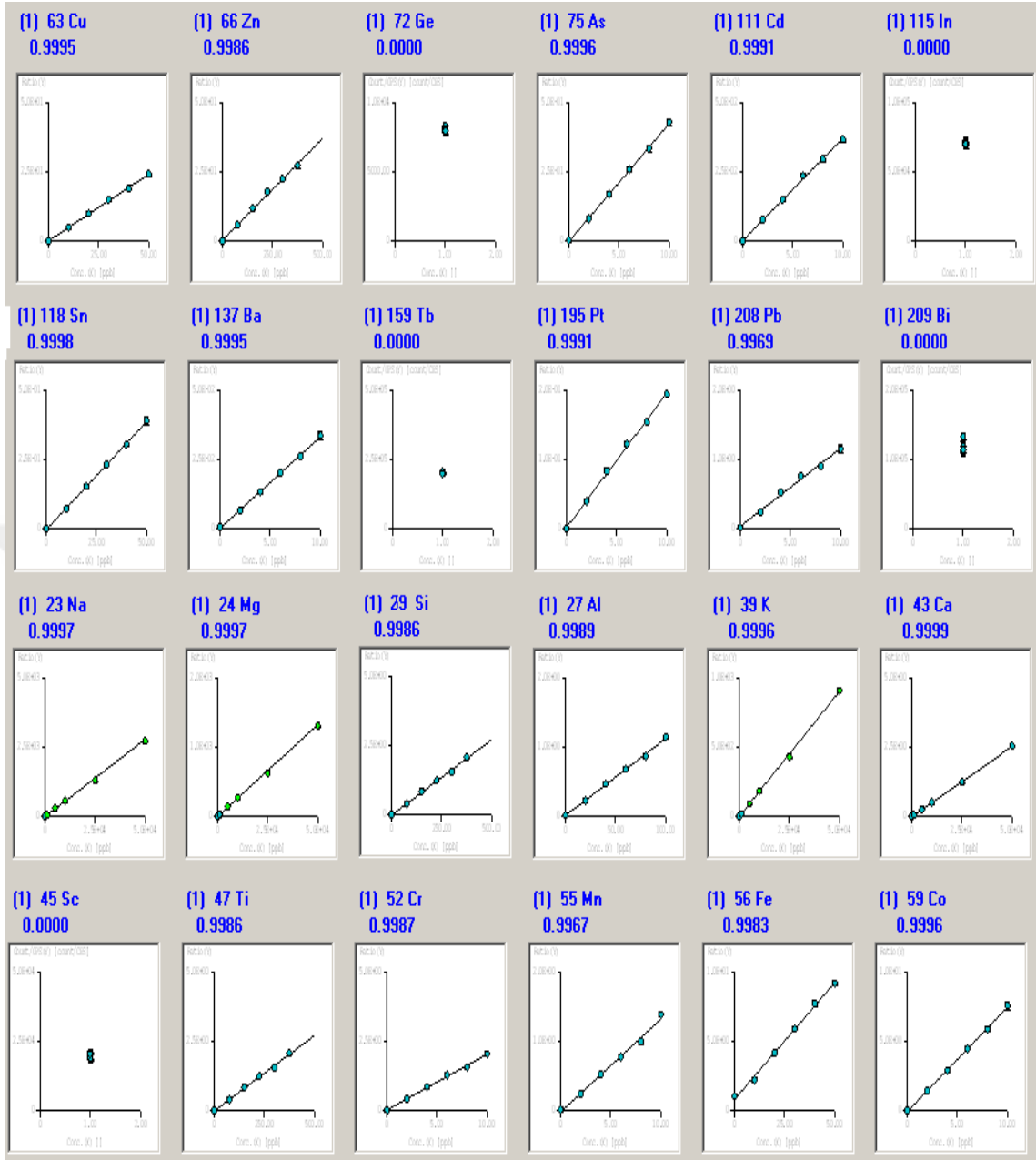
Parçalama basamağı	Basınç (bar)	Sıcaklık(°C)	Çıkış süresi (dk)	Bekleme süresi (dk)	Mikrodalgaya uygulama gücü (%)
1	30	150	5	5	60
2	30	180	5	15	75
3	30	200	5	15	80

Çizelge 3.10. ICP-MS Parametreleri

		Tipik değerler	Ayar değerleri
Plazma parametreleri	RF-Gücü (W)	1500	1500
	Numune derinliği (mm)	8	7-10
	Taşıyıcı gaz akışı (L/min)	0,91	0,91
	Ayırıcı gaz akışı (L/min)	0,17	0,1-0,3
	Nebulizer hızı (rps)	0,1	0,1
	Sprey oda sıcaklığı (°C)	2	2
Detektör parametreleri	Diskriminasyon (mV)	8,0	-
	Analog HV	1770	-
	Pulse HV	1010	-

Çizelge 3.11. Belirlenen elementlerin ICP-MS’te çalışma koşulları

Element	İzotop numarası	Kalibrasyon noktaları (µg/L)
Sodyum (Na)	23	0-50000
Magnezyum (Mg)	24	0-50000
Potasyum (K)	39	0-50000
Kalsiyum (Ca)	43	0-50000
Çinko (Zn)	66	0-375
Silisyum (Si)	29	0-375
Titanyum (Ti)	47	0-375
Alüminyum (Al)	27	0-100
Demir (Fe)	56	0-50
Bakır (Cu)	63	0-50
Kalay (Sn)	118	0-50
Krom (Cr)	52	0-10
Mangan (Mn)	55	0-10
Kobalt (Co)	59	0-10
Arsenik (As)	75	0-10
Kadmiyum (Cd)	111	0-10
Baryum (Ba)	137	0-10
Platin (Pt)	195	0-10
Kurşun (Pb)	208	0-10



Şekil 3.11. ICP-MS’te çalışan metallere ait kalibrasyon grafikleri

Çizelge 3.12. Çalışmada belirlenen elementlerin ulusal ve uluslar arası düzenlemelerde bulunan limitleri

Element	Elementler (mg/kg(6dm ²))			
	TGK 2013/34 Plastik Tebliği	CoE Silikon Kılavuzu	EDQM Metal ve Alaşım Kılavuzu	BfR Silikon Kılavuzu
Na	--	--	--	--
Mg	--	--	--	--
Al	--	1	5	--
Si	--	--	--	--
K	--	--	--	--
Ca	--	--	--	--
Fe	48	--	40	--
Zn	25	1	5	--
Ti	--	--	--	--
Cr	--	--	0,25	--
Mn	0,6	0,6	1,8	--
Cu	5	--	4	--
Co	0,05	--	0,02	--
As	--	--	--	--
Cd	--	--	--	--
Sn	--	0,02	100	--
Ba	1	--	--	--
Pt	--	--	--	50
Pb	--	--	--	--

4. BULGULAR

4.1. Yapı Tayini Analiz Bulguları

4.1.1. FT-IR spektrometre bulguları

4.1.1.1. FT-IR spektrometre analizleri için validasyon raporu

Kimlik saptama gibi niteliksel (kalitatif) analizleri içeren metotların validasyonuna uygun olarak (Çizelge 3.4), AL-TL-06 nolu işletme içi olarak hazırlanan FT-IR spektrometre cihazında yapılacak analizlere ait metodun validasyonunda yapısı bilinen ve bilinmeyen 5 farklı yapıdaki numunenin FT-IR cihazında spektrumları alınarak sertifikalı elektronik kütüphane sonuçları karşılaştırılmıştır. Elde edilen verilerden Çizelge 4.1'deki validasyon raporu oluşturulmuştur.

Çizelge 4.1. FT-IR spektrometre analizleri için validasyon parametreleri

Numunenin durumu	Test Sonucu			Doğruluk (accuracy)	
	Pozitif (Var)	Negatif (Yok)	Toplam	Hassasiyet (sensivity)	
Pozitif	5	0	5	Spesifiklik (specificity)	1
Negatif	0	5	5	Kesinlik (Precision)	Yanlış pozitif oranı: 0
Toplam	5	5	10		Yanlış negatif oranı: 0

4.1.1.2. Plastik numunelere ait FT-IR spektrometre bulguları

Plastik numunelerin 6 adet gıda benzerleri ile (GB-A, GB-B, GB-D1, GB-D2, GB-D3 ve GB-D4) temas etmeden önce alınan spektrumları sertifikalı elektronik kütüphane ile karşılaştırıldığında tüm numunelerin yapısının polipropilen polimeri olduğu görülmüştür. Şekil 4.1 ile 4.7 arasında numunelerin ve gıda benzerlerinin kızılötesi spektrumları verilmiştir.

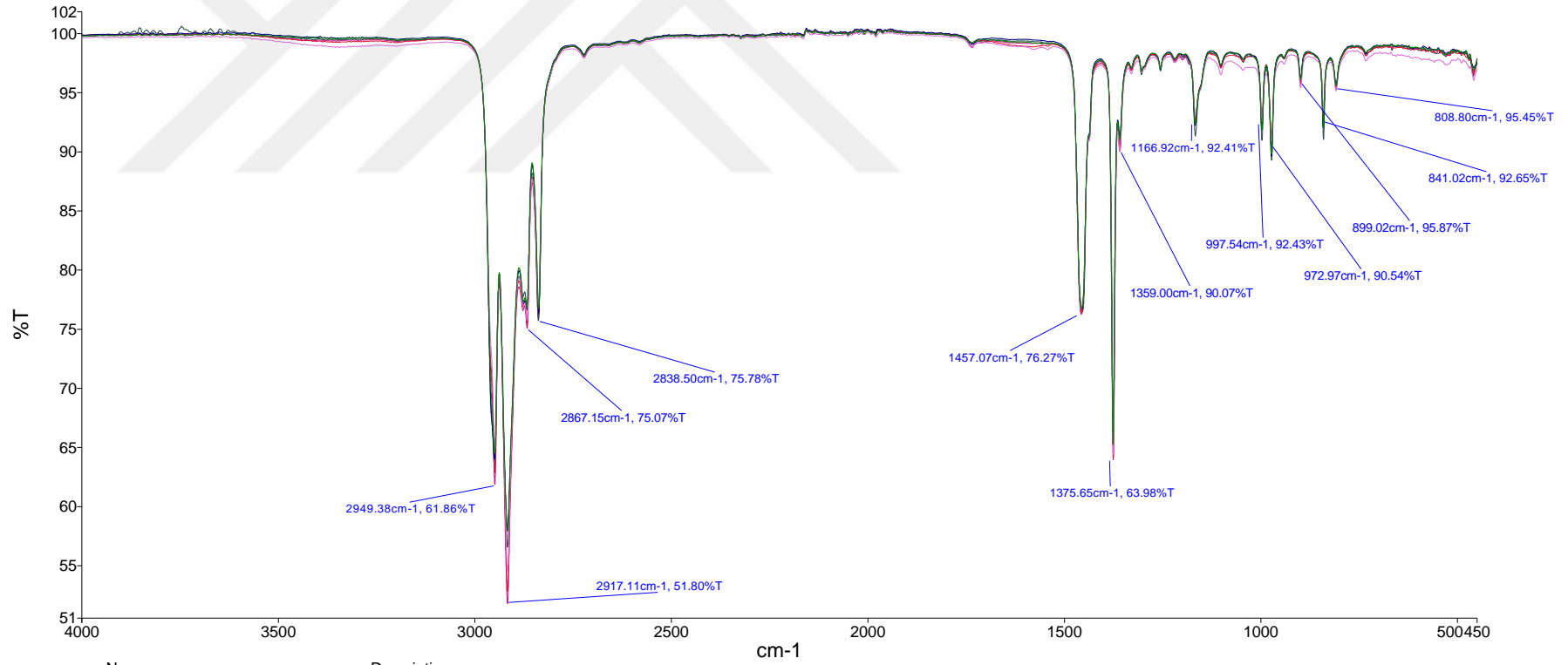
Numunelerde meydana gelen değişim: 6 adet gıda benzeri ile temas ettirilmiş plastik numunelerin 1., 2. ve 3. tekrar kullanımlarının spektrumları alınıp kontrol (kör) denilen temas etmemiş numune spektrumu ile kıyaslandığında, tüm numunelerde gıda benzerleri ile temas sonrası anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Gıda benzerlerinde meydana gelen değişim: Plastik numuneler ile temas etmiş 6 adet gıda benzerinin 1., 2. ve 3. tekrar kullanımının, kontrol denilen temas etmemiş gıda

benzerleri ile spektrumları kıyaslandığında, sadece GB-D4 kodlu gıda benzerinde bazı numunelerde 1. tekrar kullanım sonucunda 1050-1070 cm⁻¹ bandında anlamlı farklılık görülmüştür (Çizelge 4.2, Şekil 4.8, 4.9 ve 4.10). Bu bandı kapsayan önemli bazı bileşikler ve özellikleri Çizelge 4.3’de verilmiştir.

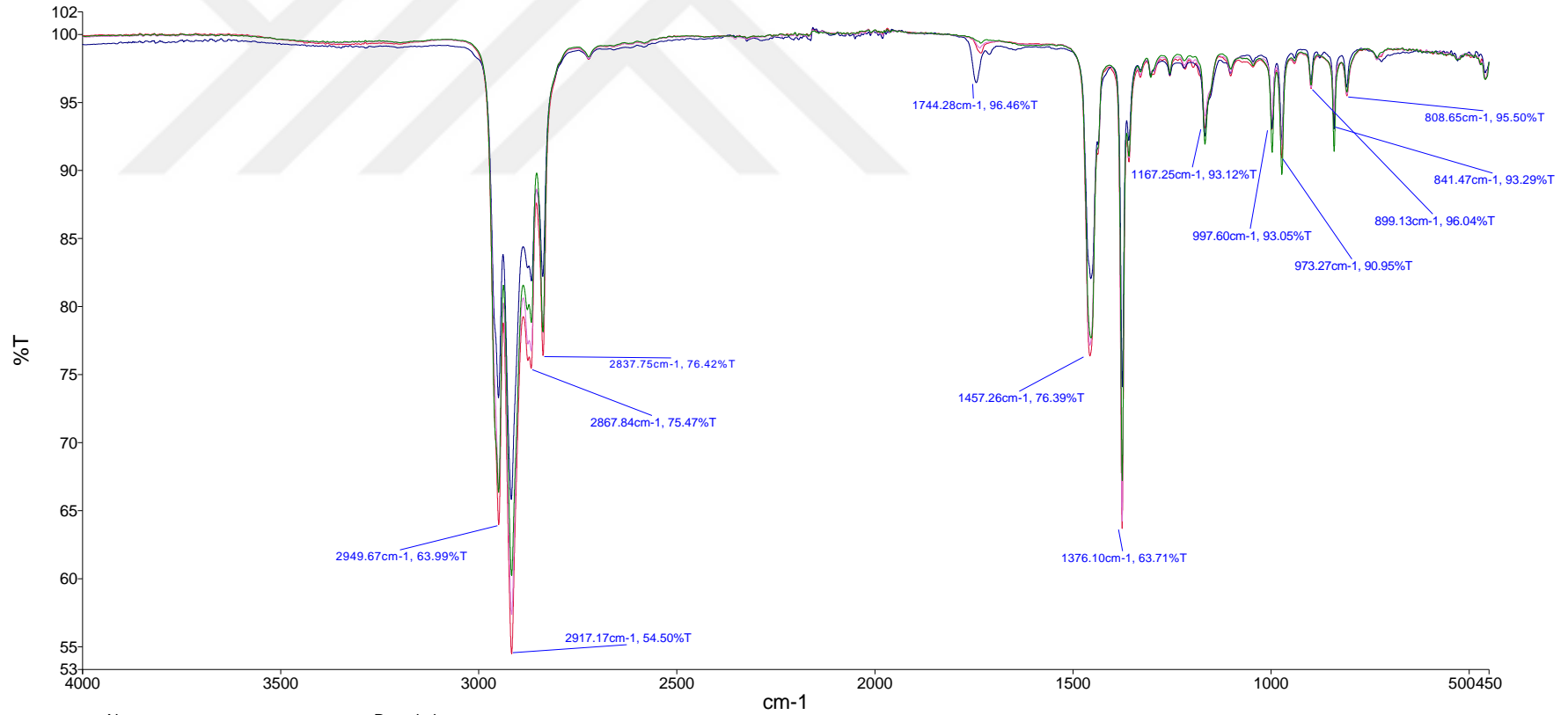
Bu analize ait detaylı görsel kesitler karşılaştırmalı olarak Ek 1 ile Ek 29 arasında verilmiştir.





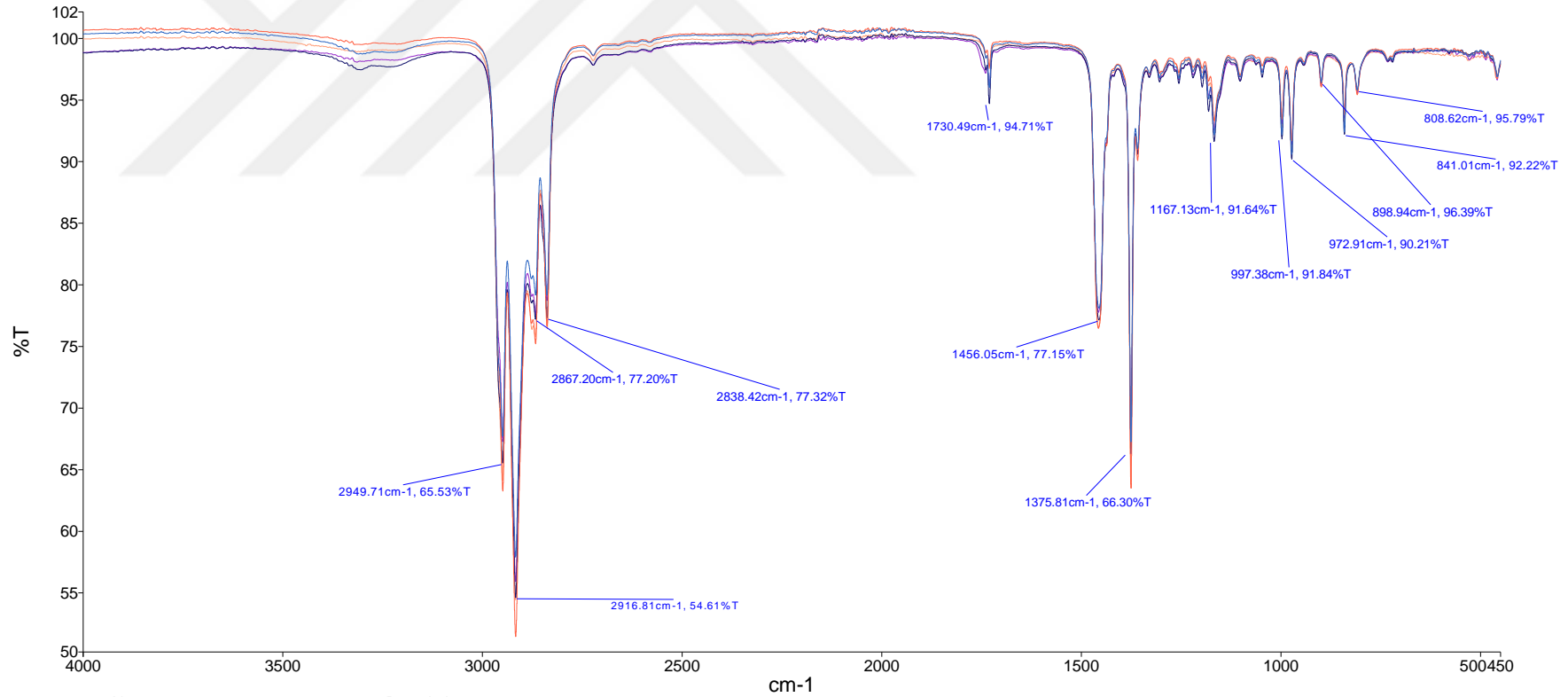
Name	Description
P1-1-KÖR	Sample 031 By Administrator Date Thursday, November 05 2015
P2-1-KÖR	Sample 019 By Administrator Date Thursday, November 05 2015
P3-1-KÖR	Sample 022 By Administrator Date Thursday, November 05 2015
P4-1-KÖR	Sample 019 By Administrator Date Thursday, November 05 2015
P5-1-KÖR	Sample 033 By Administrator Date Thursday, November 05 2015
P6-1-KÖR	Sample 027 By Administrator Date Thursday, November 05 2015

Şekil 4.1. P1, P2, P3, P4, P5, P6 nolu numunelerin FT-IR spektrumu



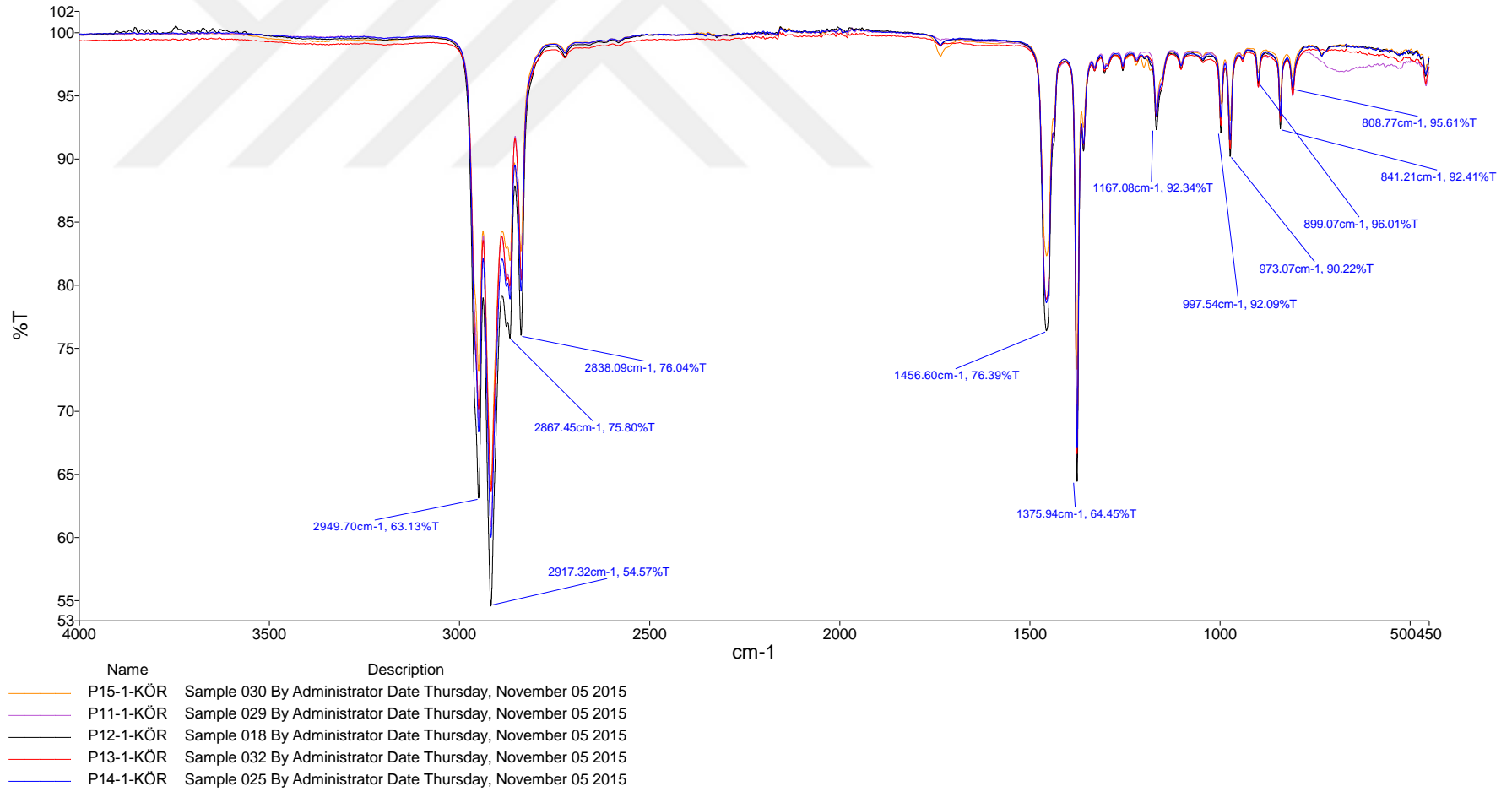
Name	Description
P7-1-KÖR	Sample 021 By Administrator Date Thursday, November 05 2015
P8-1-KÖR	Sample 019 By Administrator Date Saturday, November 07 2015
P8-2-KÖR	Sample 023 By Administrator Date Thursday, November 05 2015
P9-1-KÖR	Sample 020 By Administrator Date Thursday, November 05 2015

Şekil 4.2. P7, P8-1, P8-2, P9 nolu numunelerin FT-IR spektrumu

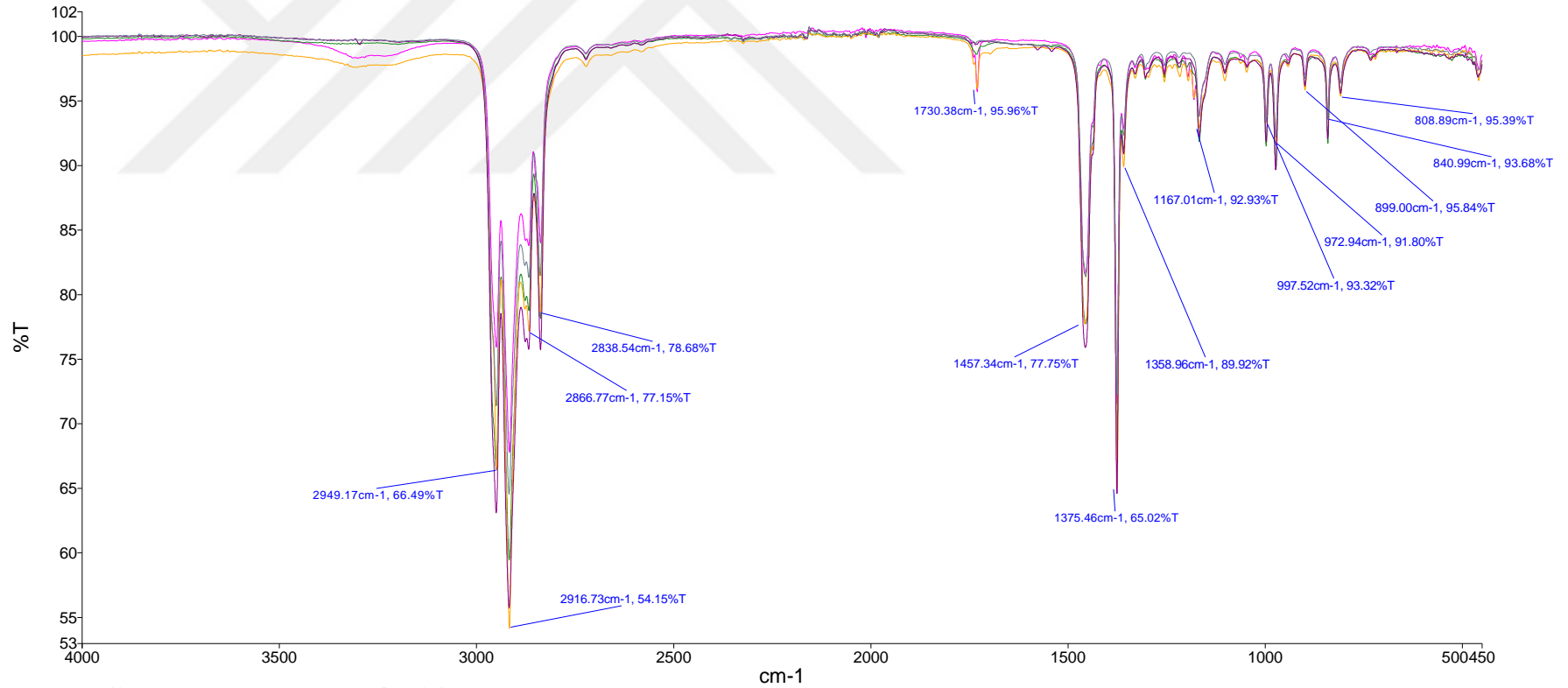


Name	Description
P10-1-KÖR	Sample 024 By Administrator Date Thursday, November 05 2015
P10-2-KÖR	Sample 020 By Administrator Date Saturday, November 07 2015
P10-3-KÖR	Sample 021 By Administrator Date Saturday, November 07 2015
P10-4-KÖR	Sample 022 By Administrator Date Saturday, November 07 2015
P10-5-KÖR	Sample 023 By Administrator Date Saturday, November 07 2015

Şekil 4.3. P10-1, P10-2, P10-3, P10-4, P10-5 nolu numunelerin FT-IR spektrumu

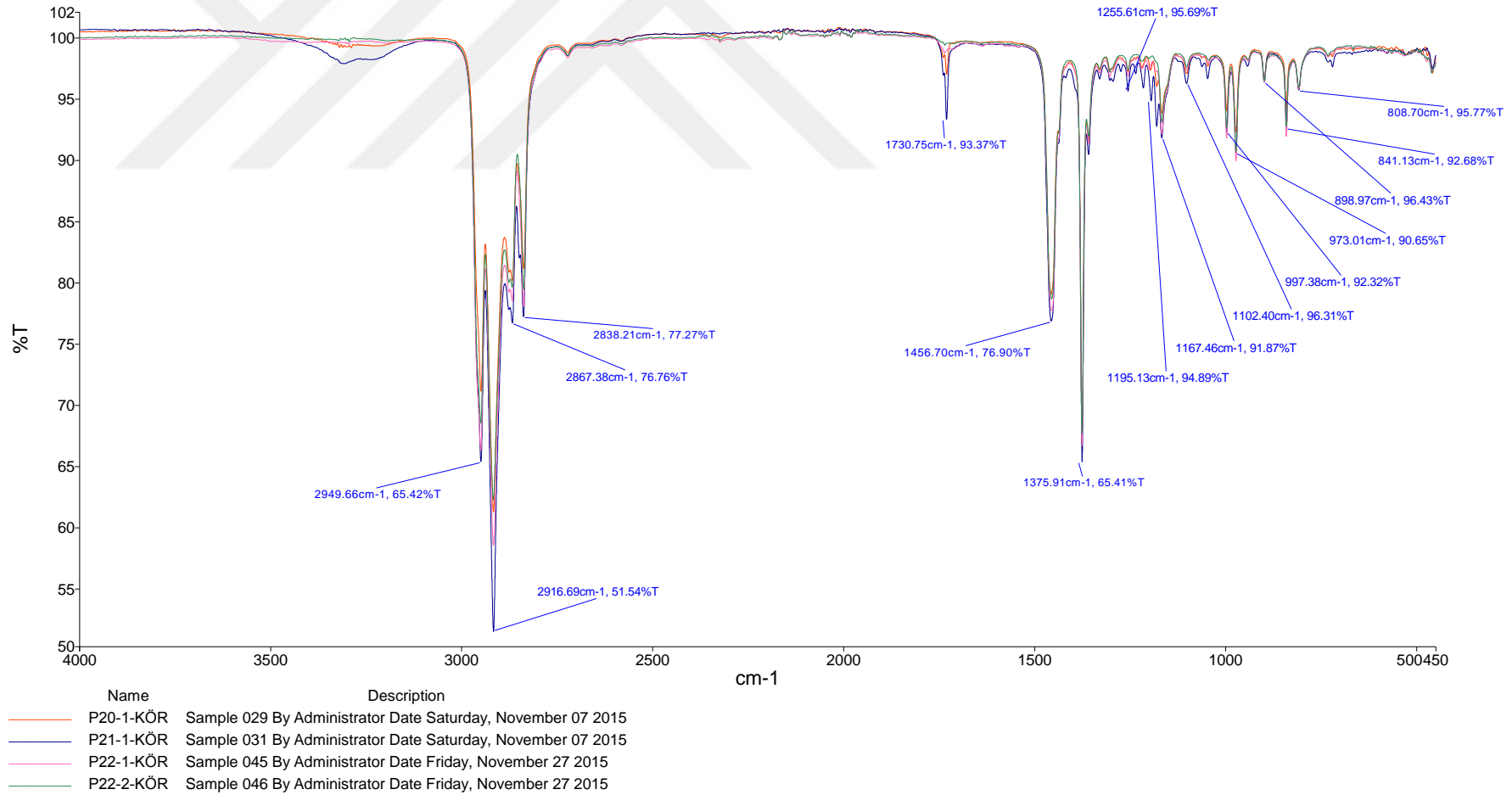


Şekil 4.4. P11, P12, P13, P14, P15 nolu numunelerin FT-IR spektrumu

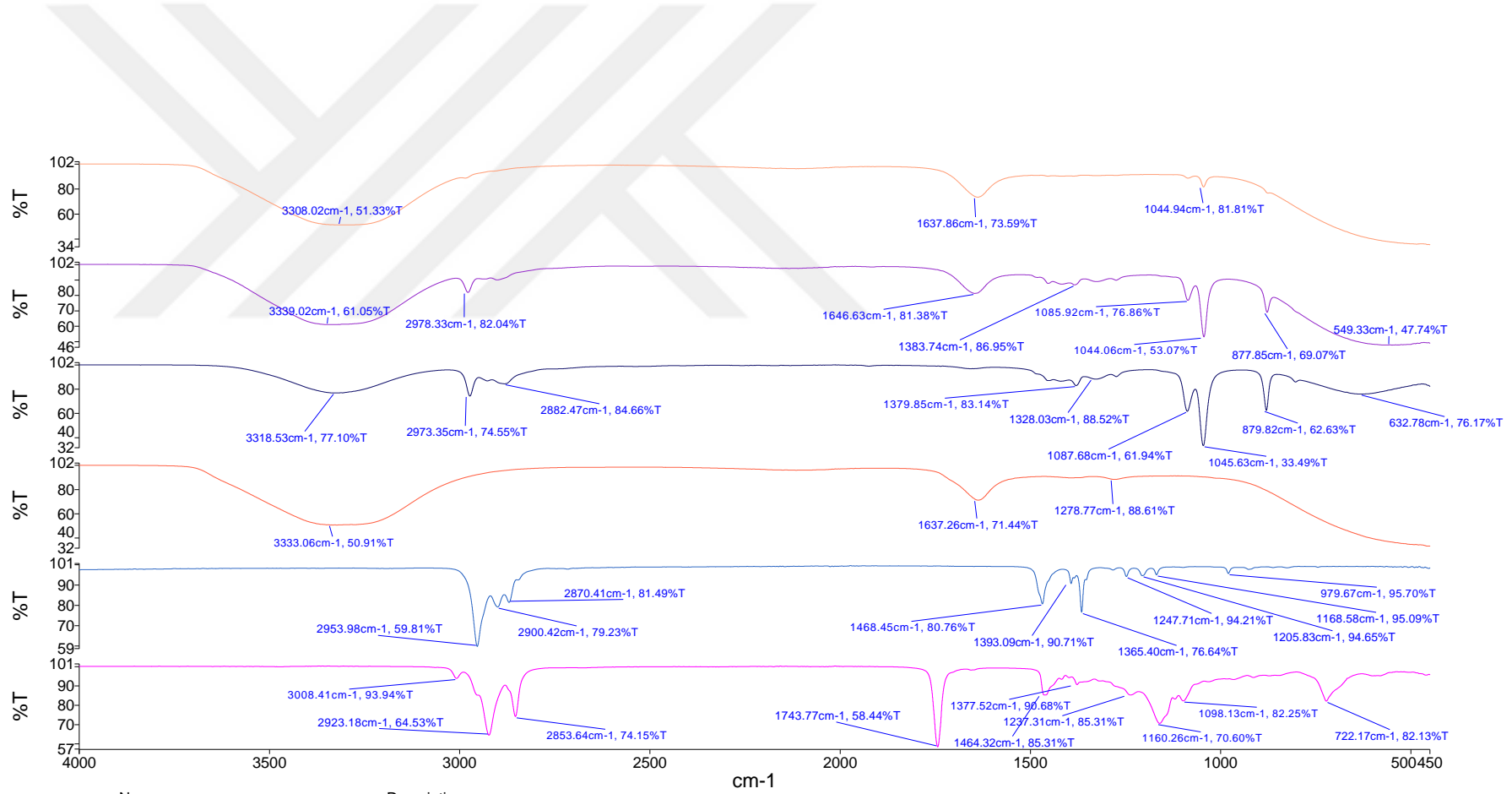


Name	Description
P16-1-KÖR	Sample 025 By Administrator Date Saturday, November 07 2015
P17-1-KÖR	Sample 026 By Administrator Date Thursday, November 05 2015
P18-1-KÖR	Sample 026 By Administrator Date Saturday, November 07 2015
P19-1-KÖR	Sample 044 By Administrator Date Friday, November 27 2015
P19-2-KÖR	Sample 028 By Administrator Date Thursday, November 05 2015

Şekil 4.5. P16, P17, P18, P19-1, P19-2 nolu numunelerin FT-IR spektrumu



Şekil 4.6. P20, P21, P22-1, P22-2 nolu numunelerin FT-IR spektrumu

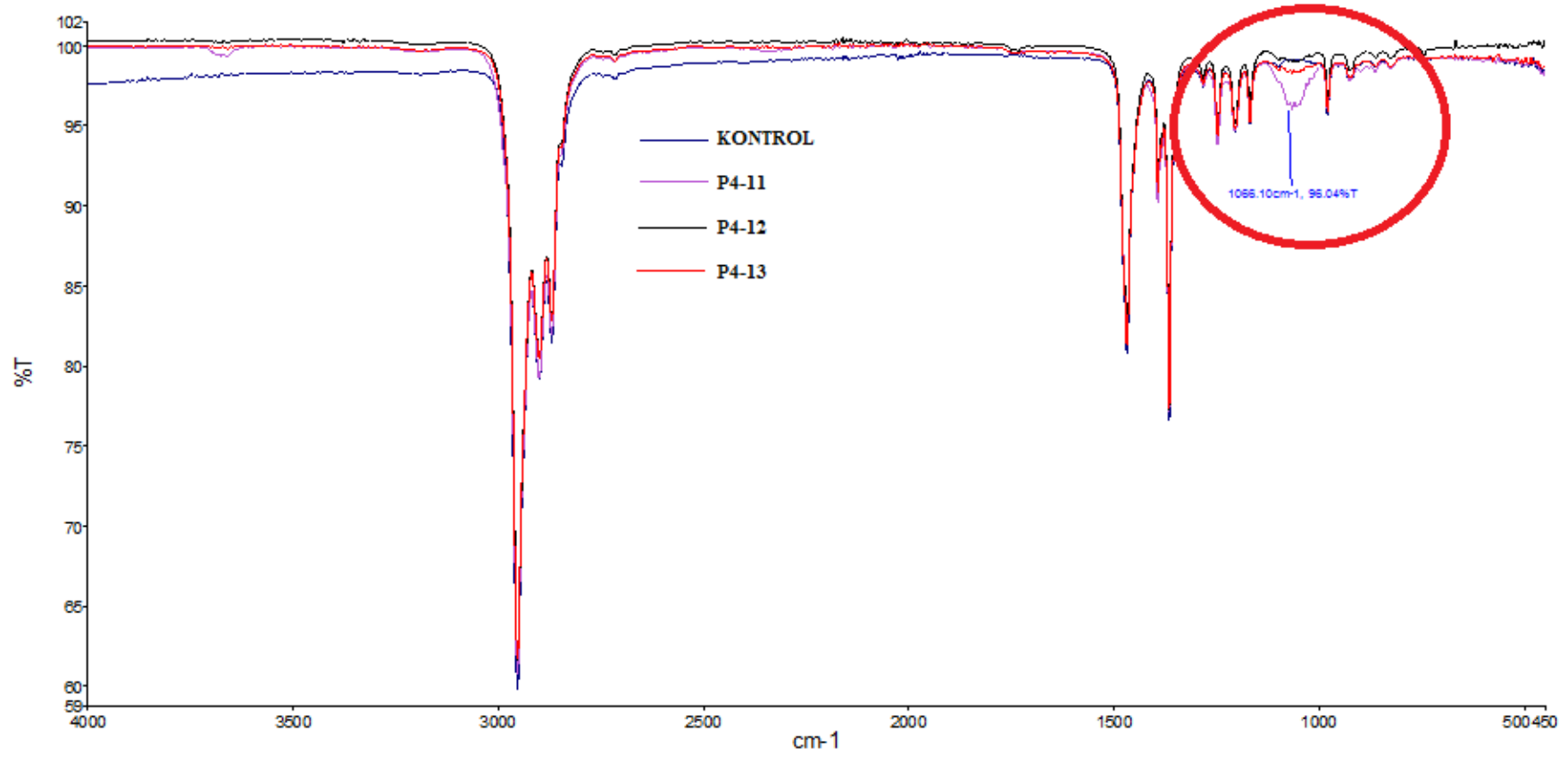


Name	Description
M-GB-A-KÖR	Sample 061 By Administrator Date Friday, December 11 2015
M-GB-D1-KÖR	Sample 063 By Administrator Date Friday, December 11 2015
M-GB-D3-KÖR	Sample 065 By Administrator Date Friday, December 11 2015
M-GB-B-KÖR	Sample 059 By Administrator Date Friday, December 11 2015
M-GB-D4-KÖR	Sample 005 By Administrator Date Monday, December 21 2015
M-GB-D2-KÖR	Sample 069 By Administrator Date Friday, December 11 2015

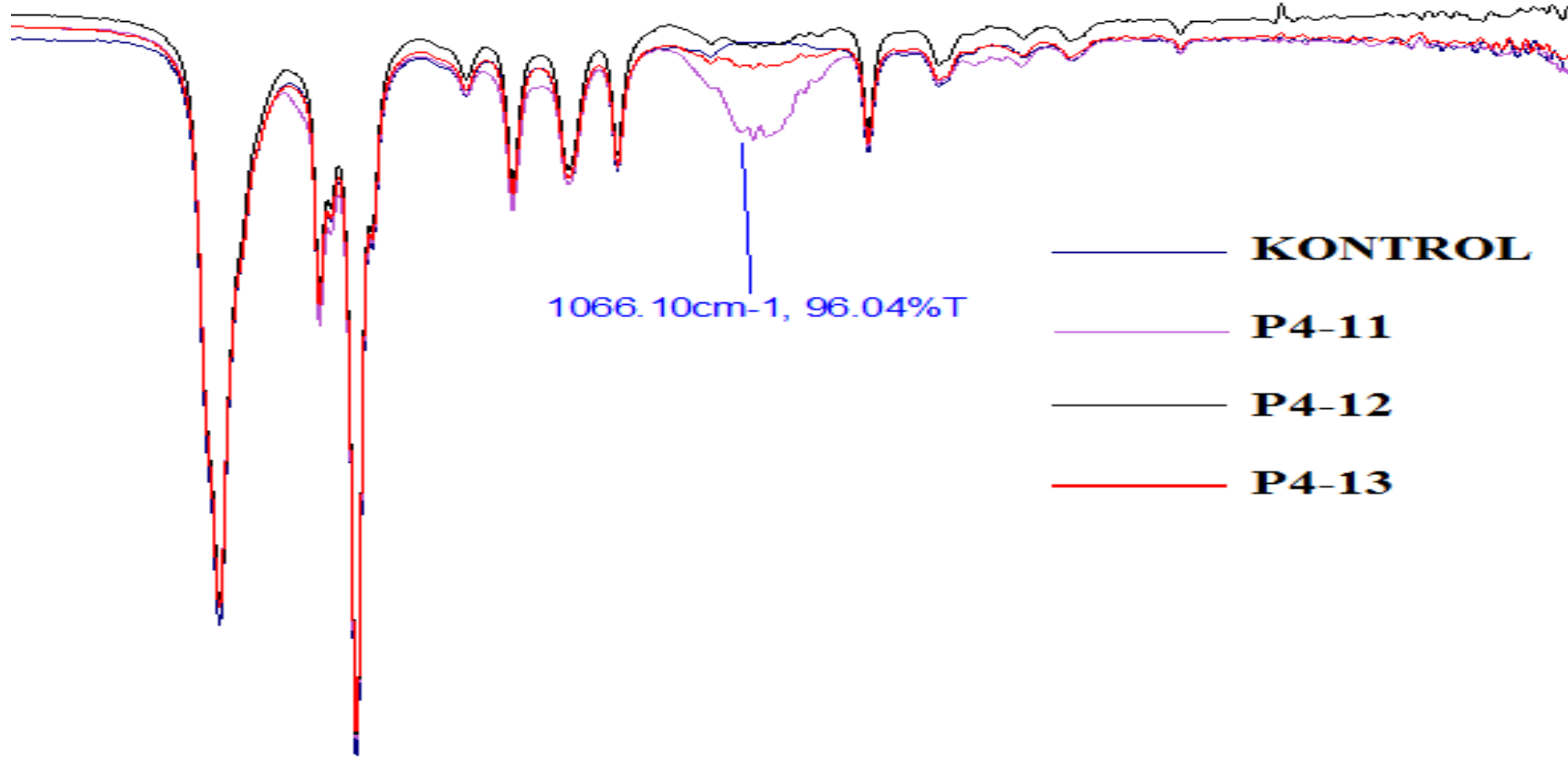
Şekil 4.7. GB-A, GB-B, GB-D1, GB-D2, GB-D3 ve GB-D4 kodlu gıda benzerlerinin FT-IR spektrumu

Çizelge 4.2. Plastik numunelerle temas etmiş GB-D4’de meydana gelen değişimin FT-IR spektrometre ile incelenmesi (kontrolle göre değişim var ise +, yok ise – ile gösterilmiştir)

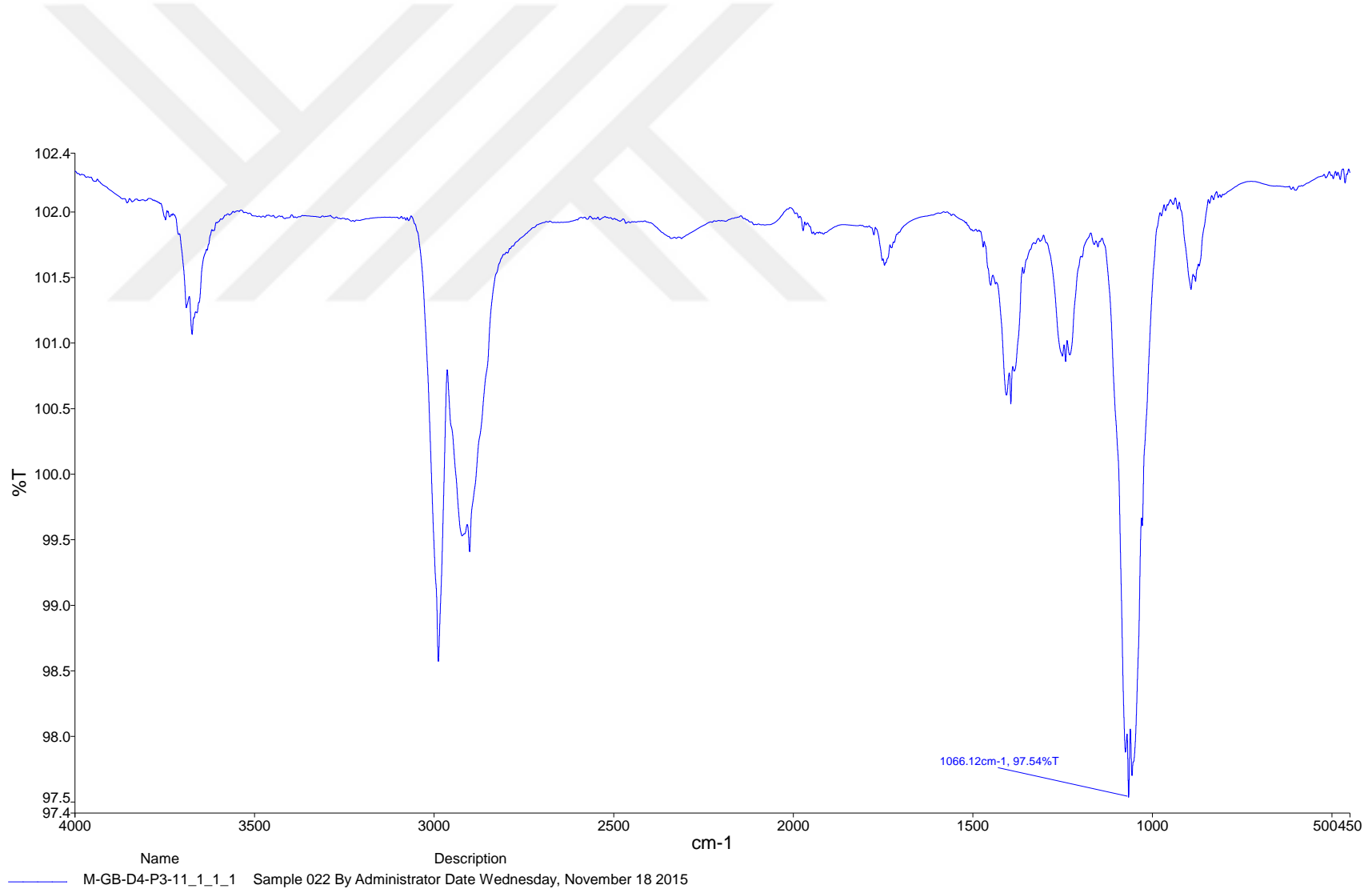
Tekrar	Numune	Değişim	Numune	Değişim	Numune	Değişim
kontrol	P1-1	-	P10-1	-	P16-1	-
1		-		+		-
2		-		-		-
3		-		-		-
kontrol	P2-1	-	P10-2	-	P17-1	-
1		-		-		-
2		-		-		-
3		-		-		-
kontrol	P3-1	-	P10-3	-	P18-1	-
1		+		-		+
2		-		-		-
3		-		-		-
kontrol	P4-1	-	P10-4	-	P19-1	-
1		+		-		-
2		-		-		-
3		-		-		-
kontrol	P5-1	-	P10-5	-	P19-2	-
1		+		-		+
2		-		-		-
3		-		-		-
kontrol	P6-1	-	P11-1	-	P20-1	-
1		+		-		+
2		-		-		-
3		-		-		-
kontrol	P7-1	-	P12-1	-	P21-1	-
1		+		+		+
2		-		-		-
3		-		-		-
kontrol	P8-1	-	P13-1	-	P22-1	-
1		-		-		-
2		-		-		-
3		-		-		-
kontrol	P8-2	-	P14-1	-	P22-2	-
1		+		+		-
2		-		-		-
3		-		+		-
kontrol	P9-1	-	P15-1	-		
1		+		+		
2		-		-		
3		-		-		



Şekil 4.8. FT-IR spektrometrede plastik numunelerle temas etmiş GB-D4 spektrumu ile temas etmemiş GB-D4'ün spektrumunda anlamlı farklılığın olduğu bölge görüntüsü 1



Şekil 4.9. FT-IR spektrometrede plastik numunelerle temas etmiş GB-D4 spektrumu ile temas etmemiş GB-D4'ün spektrumunda anlamlı farklılığın olduğu bölge görüntüsü 2 (yakınlaştırılmış görüntü)



Şekil 4.10. FT-IR spektrometrede plastik numunelerle temas eden GB-D4'te anlamlı farklılık görülen bölgenin fark spektrumu (Plastik numune ile temas etmiş GB-D4 spektrumundan temas etmemiş GB-D4 spektrumunun (kontrol) çıkarılmış spektrumu)

Çizelge 4.3. Kızılötesi spektroskopide önemli bazı bileşik gruplarının bantları ve bağ yapıları (Ender 2008)

Bileşikler		Bulunması gerekli bandlar (cm ⁻¹)	Bağ yapısı ve titreşim
Alkoller		1050-1150	C-O gerilmesi, geniş band
		3620-3640	O-H gerilmesi, geniş band
		1260-1410	O-H eğilmesi, geniş band
Eterler		1020-1075	C-O-C simetrik gerilmesi
		1200-1275	C-O-C asimetrik gerilmesi
Asetaller ve ketaller		1055-1195	C-O-C-O-C belirgin soğurması
		2820	O-CH-O simetrik gerilmesi
Aminler		1030-1230	C-N gerilmesi
		3000-3550	N-H simetrik ve asimetrik gerilmesi,
		1490-1640	N-H eğilmesi
		1180-1370	C-N bağının konjüge olduğu durumlarda çift band
		650-900	N-H düzlem dışı eğilmesi, geniş
Karbonil bileşikleri	Anhidritler -CO-O-CO-	1050-1300	C-O gerilmesi, bir veya iki band
		1810-1830	Çift bandın asimetrik gerilmesi
	Esterler -CO-OR	1065-1130	Fitalatlar: C-O-C simetrik ve asimetrik gerilmesi
		1050-1275	R-CO-OR' (R ve R': alkil): C-O-C simetrik ve asimetrik gerilmesi
		1080-1310	R-CO-OR' (R ve R': aril): C-O-C simetrik ve asimetrik gerilmesi
		1725-1745	C=O gerilmesi
Kükürtlü bileşikler (sülfonik asit)		1000-1080	S=O gerilmesi
		2550-2600	S-H gerilmesi
		590-1235	C-S gerilmesi
		700-900	S-O gerilmesi
		1135-1340	SO ₂ simetrik ve asimetrik gerilmesi
Silisyumlu bileşikler		2090-2250	Si-H
		700-1010	
		1260-1275	Si-(CH ₃) _n
		760-880	
		1000-1110	Si-O
		600-900	

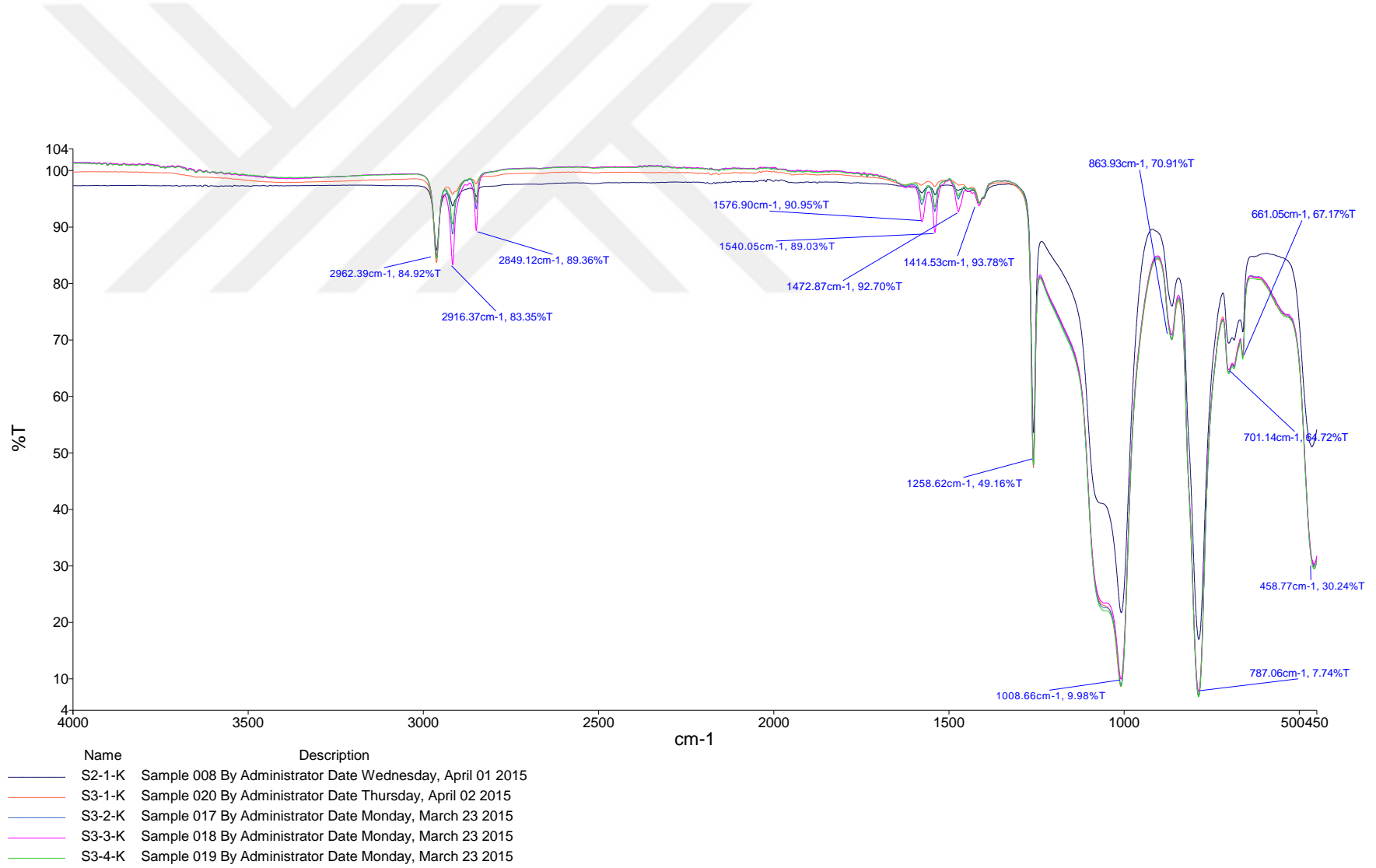
4.1.1.3. Silikon numunelere ait FT-IR spektrometre bulguları

Silikon numunelerin 4 adet gıda benzerleri ile (GB-B, GB-D1, GB-D2 ve GB-D3) temas etmeden önce alınan spektrumları sertifikalı elektronik kütüphane ile karşılaştırıldığında tüm numunelerin yapısının silikon polimeri olduğu görülmüştür. Şekil 4.11 ile 4.16 arasında numunelerin ve gıda benzerlerinin kızılötesi spektrumları verilmiştir.

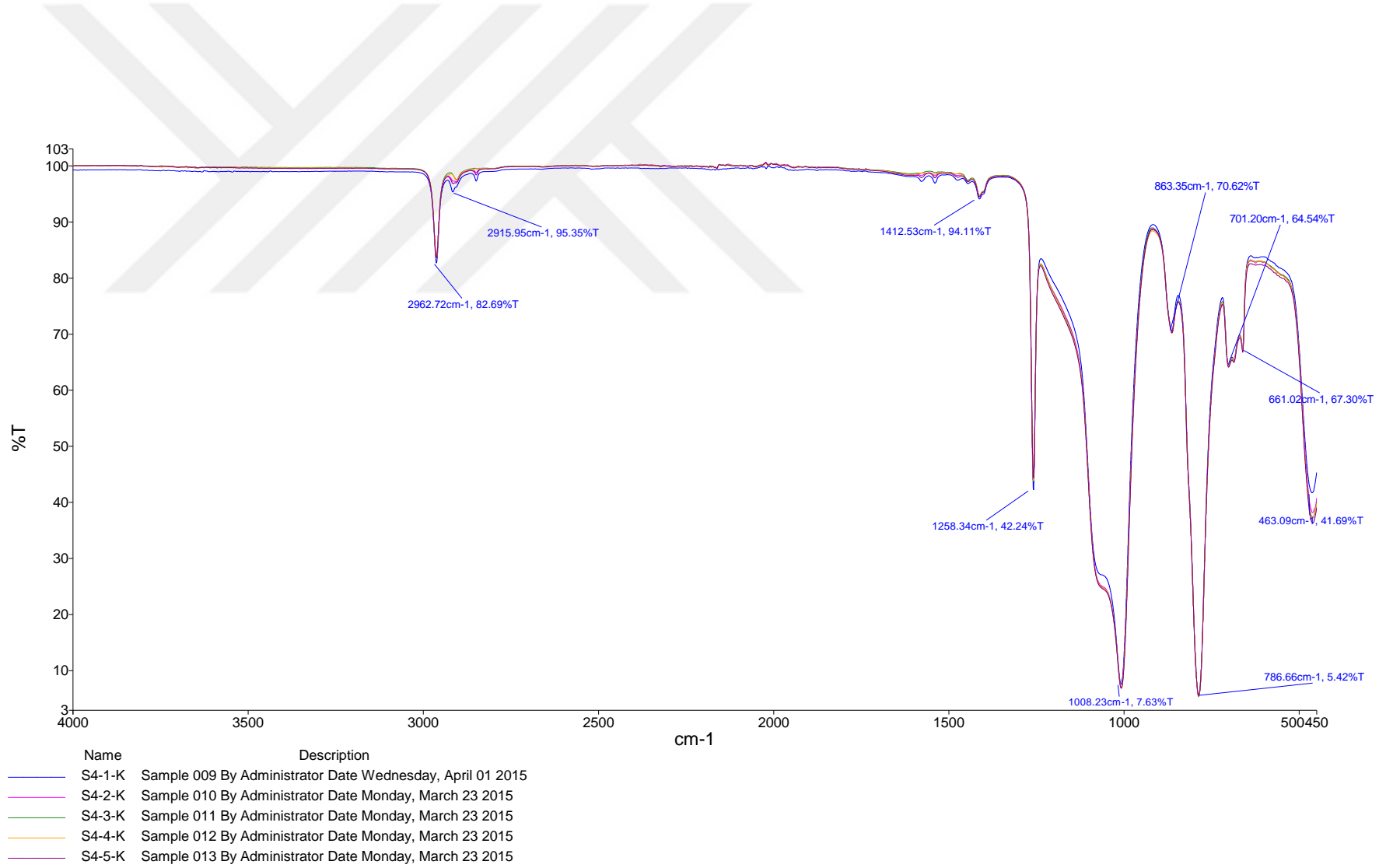
Numunelerde meydana gelen değişim: 4 adet gıda benzeri ile temas ettirilmiş numunelerin 1., 2. ve 3. tekrar kullanımlarının spektrumları alınıp kontrol (kör) denilen temas etmemiş numune spektrumu ile kıyaslandığında, sadece GB-D2 kodlu gıda benzeri ile temas etmiş numunelerde $2840-2920\text{ cm}^{-1}$ ve $1730-1750\text{ cm}^{-1}$ bandında anlamlı farklılıklar görülmüştür (Çizelge 4.4, Şekil 4.17, 4.18 ve 4.19).

Gıda benzerlerinde meydana gelen değişim: Silikon numuneler ile temas etmiş 4 adet gıda benzerinin 1., 2. ve 3. tekrar kullanımının kontrol denilen temas etmemiş gıda benzeri ile spektrumları kıyaslandığında, sadece numune ile temas etmiş tüm GB-B'lerde yaklaşık $2900-3000\text{ cm}^{-1}$ ve $800-1500\text{ cm}^{-1}$ aralığındaki bantlarda anlamlı farklılıklar görülmüştür (Çizelge 4.4, Şekil 4.20, 4.21 ve 4.22). Bu bantları kapsayan önemli bazı bileşikler ve özellikleri Çizelge 4.3'te verilmiştir.

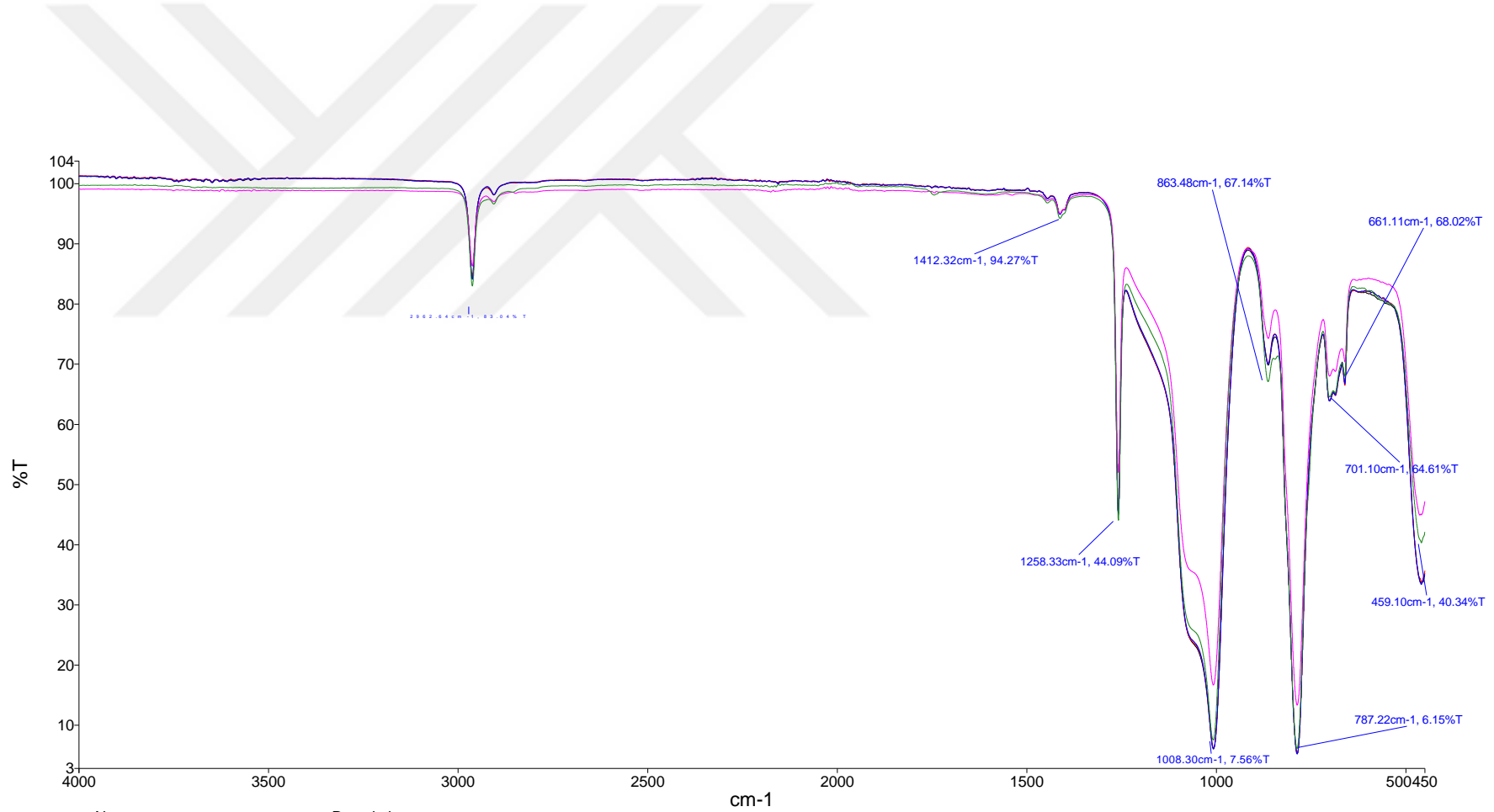
Bu analize ait detaylı görsel kesitler karşılaştırmalı olarak Ek 30 ile Ek 57 arasında verilmiştir.



Şekil 4.11. S2, S3-1, S3-2, S3-3, S3-4 nolu numunelerin FT-IR spektrumu

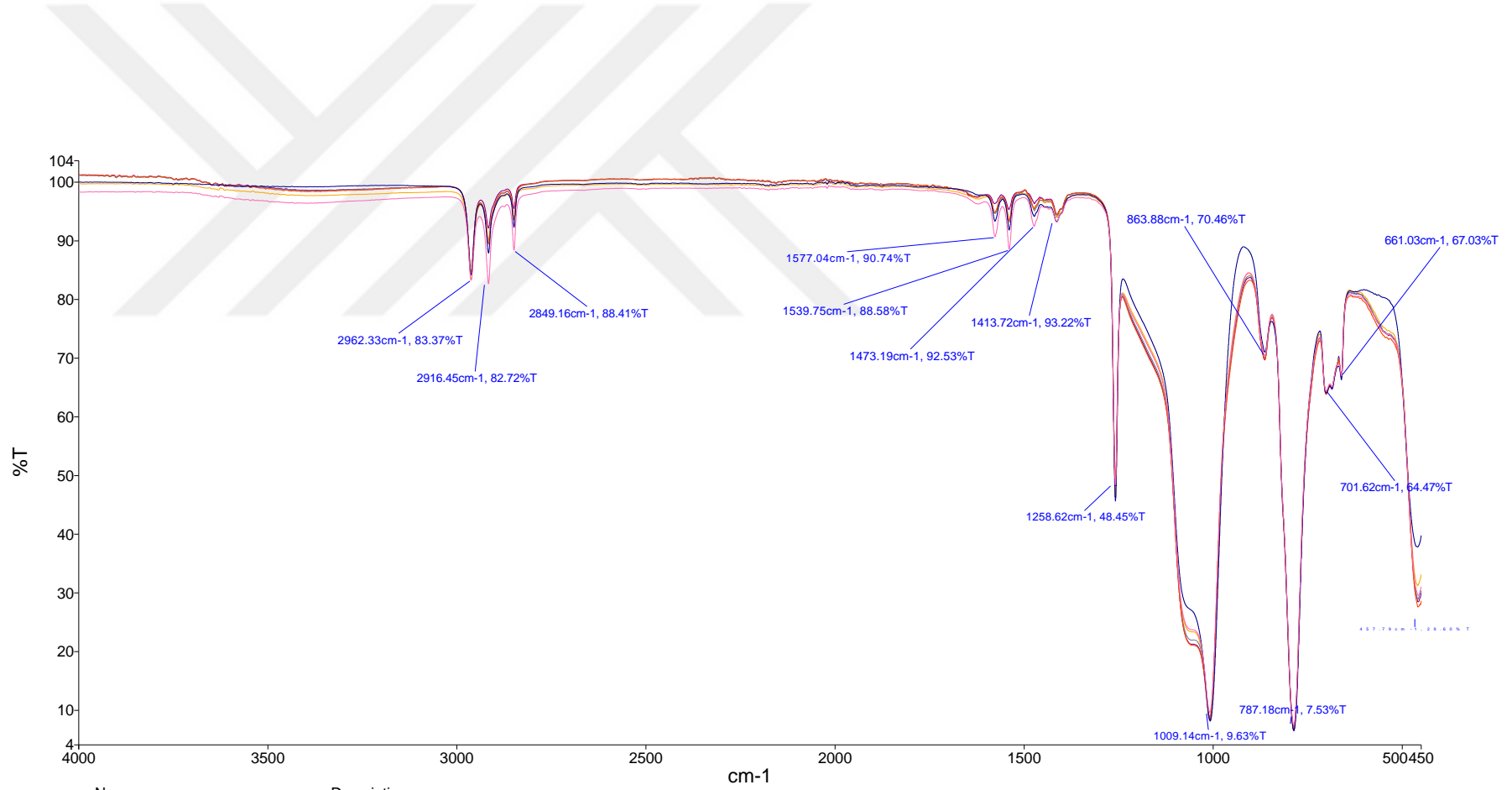


Şekil 4.12. S4-1, S4-2, S4-3, S4-4, S4-5 nolu numunelerin FT-IR spektrumu



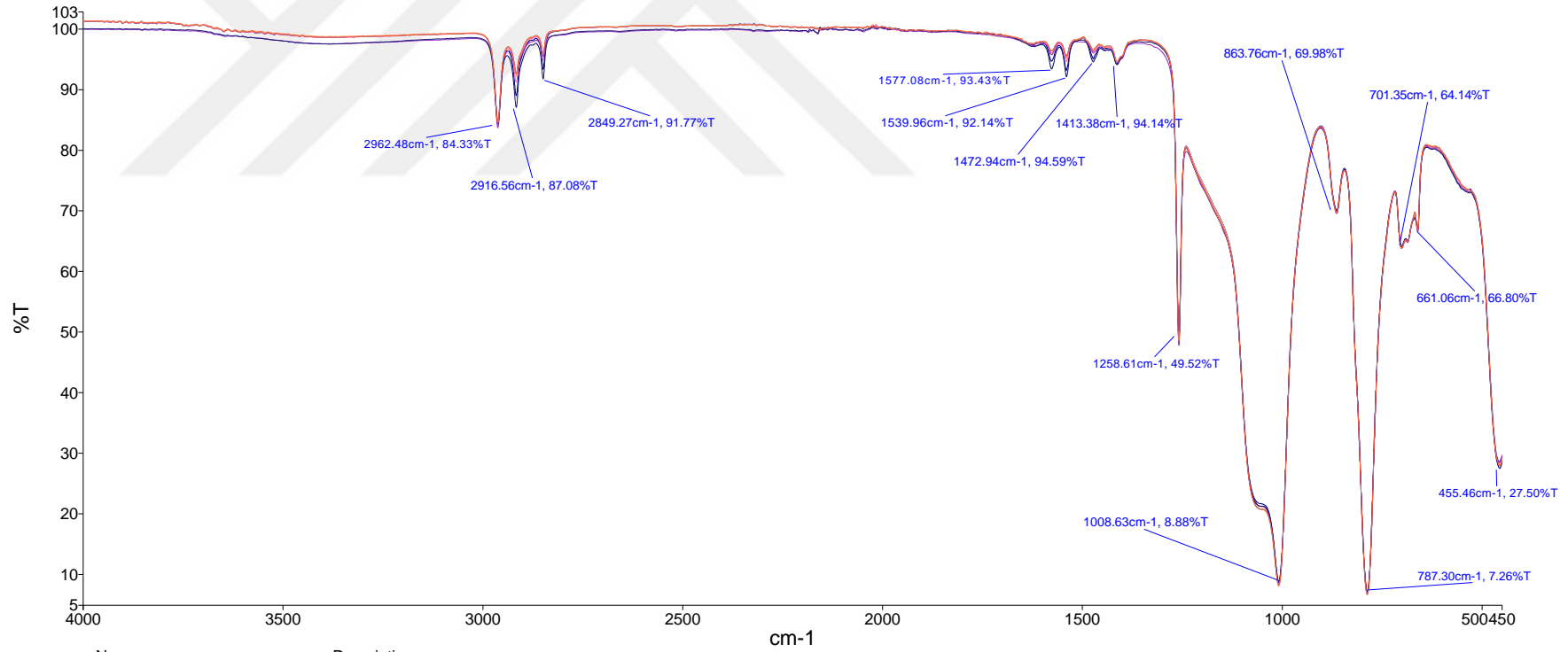
Name	Description
S11-1-K	Sample 023 By Administrator Date Monday, March 23 2015
S11-2-K	Sample 024 By Administrator Date Monday, March 23 2015
S11-3-K	Sample 025 By Administrator Date Monday, March 23 2015
S1-1-K	Sample 006 By Administrator Date Wednesday, April 01 2015
S5-1-K	Sample 012 By Administrator Date Thursday, April 02 2015

Şekil 4.13. S1, S5, S11-1, S11-2, S11-3 nolu numunelerin FT-IR spektrumu



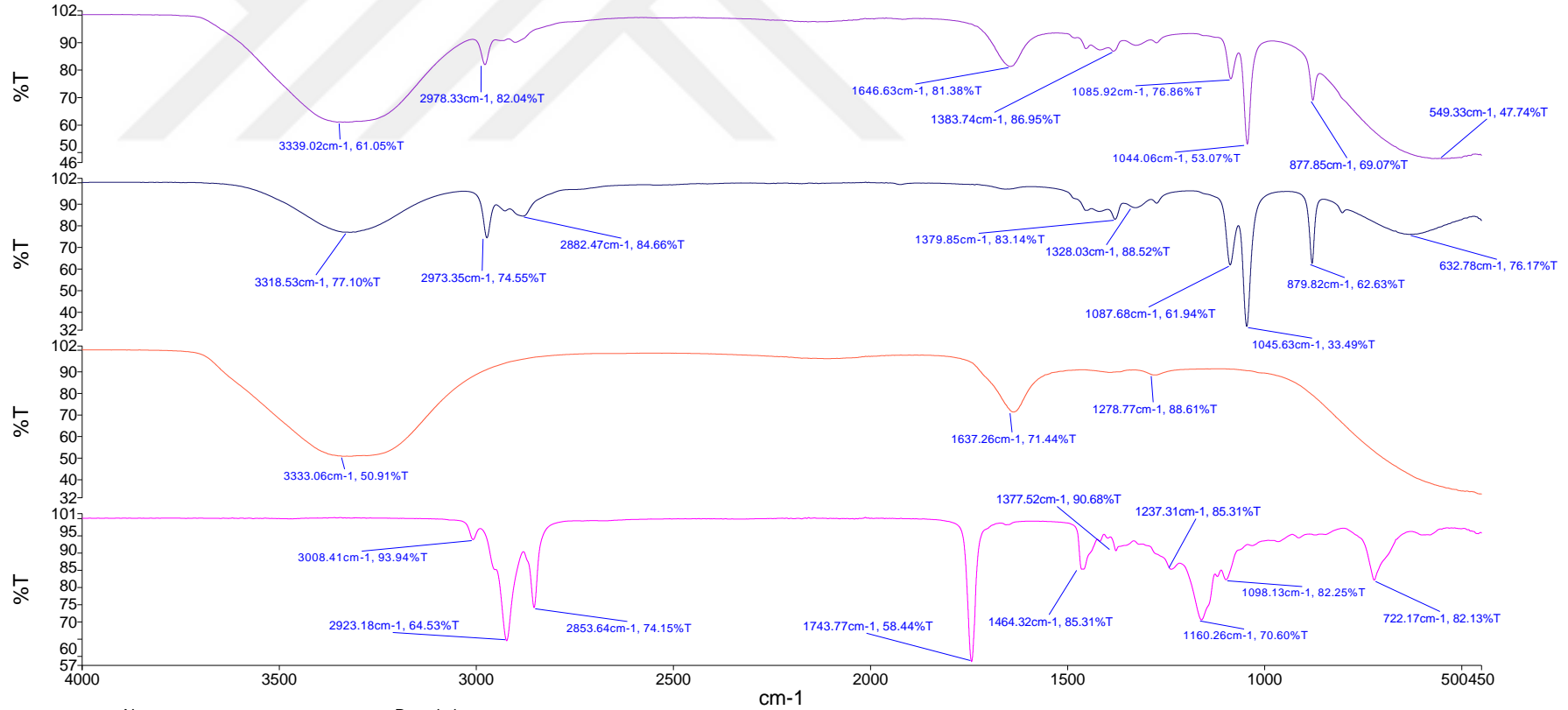
Name	Description
S6-1-K	Sample 007 By Administrator Date Wednesday, April 01 2015
S7-1-K	Sample 020 By Administrator Date Monday, March 23 2015
S7-2-K	Sample 021 By Administrator Date Monday, March 23 2015
S7-3-K	Sample 022 By Administrator Date Monday, March 23 2015
S9-1-K	Sample 011 By Administrator Date Wednesday, April 01 2015
S10-1-K	Sample 010 By Administrator Date Wednesday, April 01 2015

Şekil 4.14. S6, S7-1, S7-2, S7-3, S9-1, S10-1 nolu numunelerin FT-IR spektrumu



Name	Description
S8-1-K	Sample 026 By Administrator Date Monday, March 23 2015
S8-2-K	Sample 027 By Administrator Date Monday, March 23 2015
S8-3-K	Sample 028 By Administrator Date Monday, March 23 2015
S8-4-K	Sample 029 By Administrator Date Monday, March 23 2015
S8-5-K	Sample 008 By Administrator Date Monday, March 23 2015
S8-6-K	Sample 009 By Administrator Date Monday, March 23 2015
S8-7-K	Sample 028 By Administrator Date Monday, March 23 2015

Şekil 4.15. S8-1, S8-2, S8-3, S8-4, S8-5, S8-6, S8-7 nolu numunelerin FT-IR spektrumu

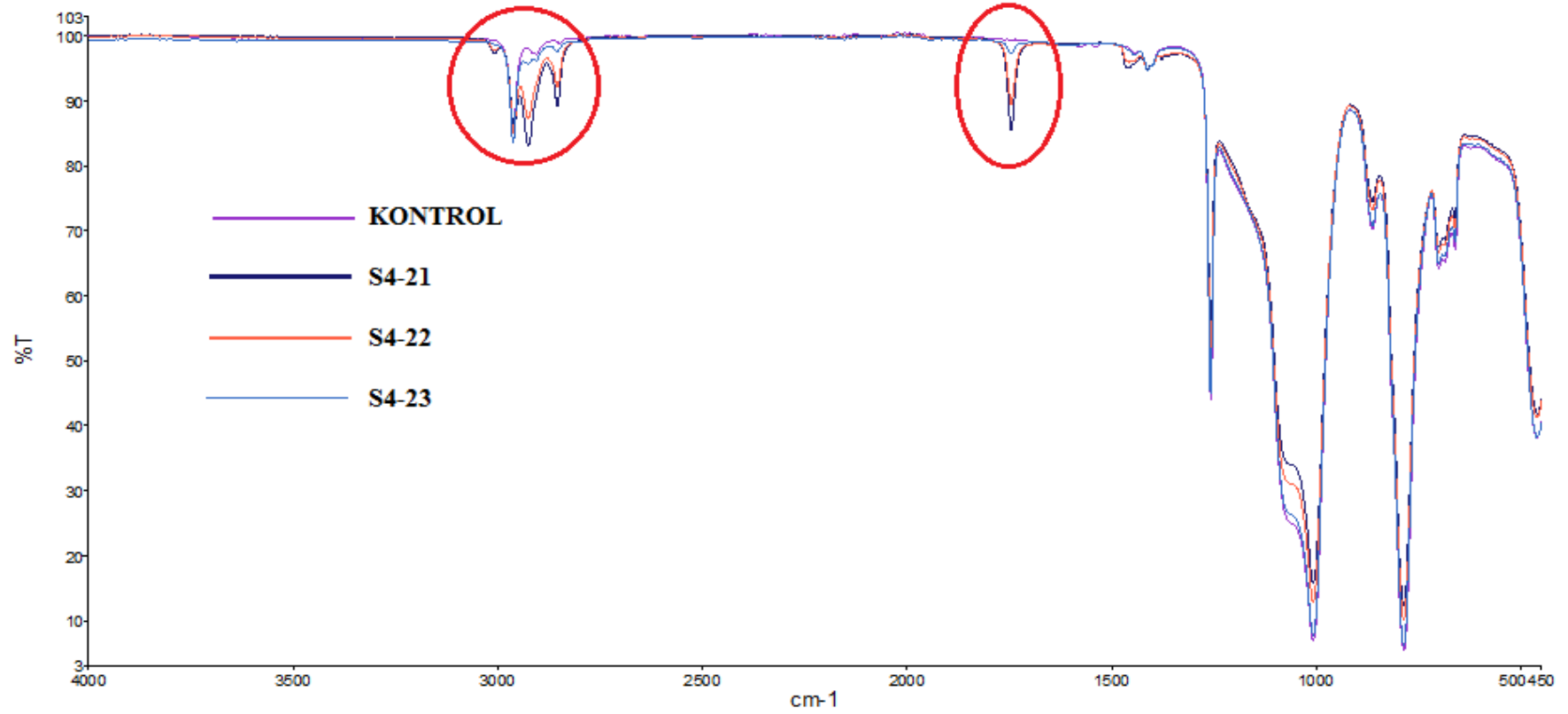


Name	Description
M-GB-D1-KÖR	Sample 063 By Administrator Date Friday, December 11 2015
M-GB-D3-KÖR	Sample 065 By Administrator Date Friday, December 11 2015
M-GB-B-KÖR	Sample 059 By Administrator Date Friday, December 11 2015
M-GB-D2-KÖR	Sample 069 By Administrator Date Friday, December 11 2015

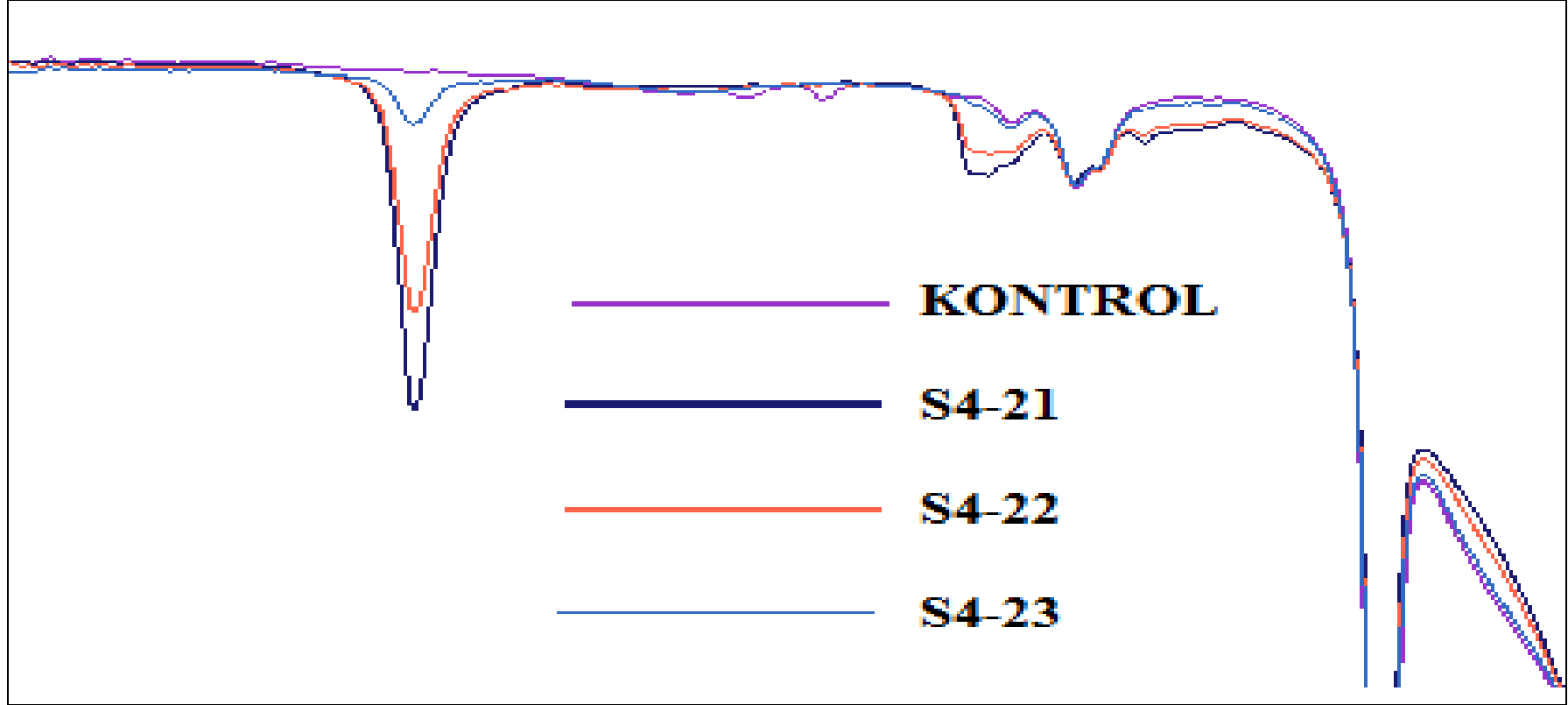
Şekil 4.16. GB-B, GB-D1, GB-D2, GB-D3 kodlu gıda benzerlerinin FT-IR spektrumu

Çizelge 4.4. Silikon numunelerle temas etmiş GB-B ve GB-D2 ile temas etmiş silikon numunelerde meydana gelen değişimin FT-IR spektrometre ile incelenmesi (kontrole göre değişim var ise +, yok ise – ile gösterilmiştir)

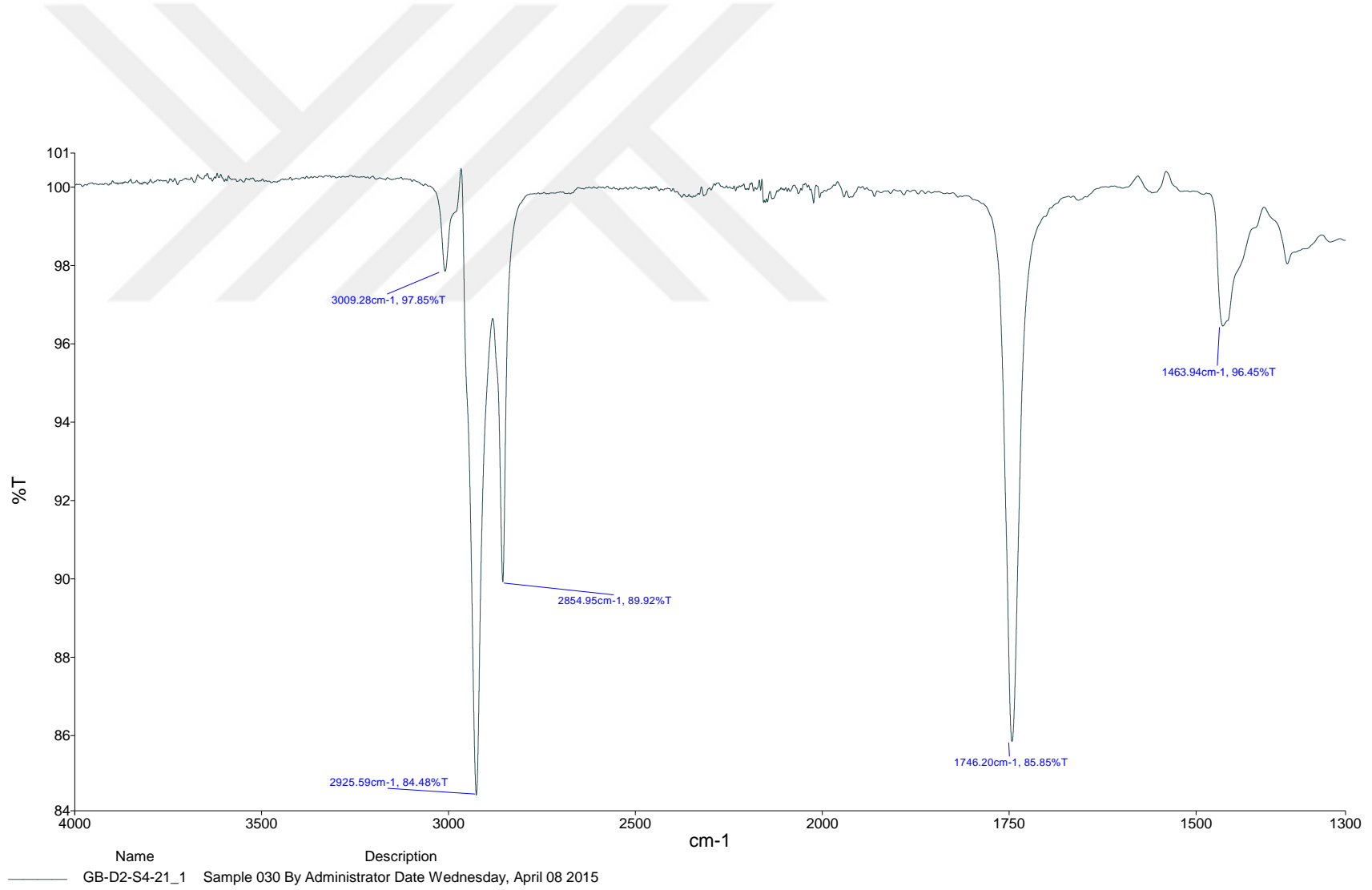
Tekrar	Kod	GB-B		GB-D2		Kod	GB-B		GB-D2		Kod	GB-B		GB-D2		Kod	GB-B		GB-D2	
		Gıda Benzeri	Silikon	Gıda Benzeri	Silikon		Gıda Benzeri	Silikon	Gıda Benzeri	Silikon		Gıda Benzeri	Silikon	Gıda Benzeri	Silikon		Gıda Benzeri	Silikon		
Kontrol	S1-1	-	-	S4-1	-	-	S6-1	-	-	S8-3	-	-	S10-1	-	-					
1		+	+		+	+		+	+		+	+		+						
2		+	+		+	+		+	+		+	+		+						
3		+	+		+	+		+	+		+	+		+						
Kontrol	S2-1	-	-	S4-2	-	-	S7-1	-	-	S8-4	-	-	S11-1	-	-					
1		+	+		+	+		+	+		+	+								
2		+	+		+	+		+	+		+	+		+						
3		+	+		+	+		+	+		+	+		+						
Kontrol	S3-1	-	-	S4-3	-	-	S7-2	-	-	S8-5	-	-	S11-2	-	-					
1		+	+		+	+		+	+		+	+								
2		+	+		+	+		+	+		+	+		+						
3		+	+		+	+		+	+		+	+		+						
Kontrol	S3-2	-	-	S4-4	-	-	S7-3	-	-	S8-6	-	-	S11-3	-	-					
1		+	+		+	+		+	+		+	+								
2		+	+		+	+		+	+		+	+		+						
3		+	+		+	+		+	+		+	+		+						
Kontrol	S3-3	-	-	S4-5	-	-	S8-1	-	-	S8-7	-	-								
1		+	+		+	+		+	+		+	+								
2		+	+		+	+		+	+		+	+								
3		+	+		+	+		+	+		+	+								
Kontrol	S3-4	-	-	S5-1	-	-	S8-2	-	-	S9-1	-	-								
1		+	+		+	+		+	+		+	+								
2		+	+		+	+		+	+		+	+								
3		+	+		+	+		+	+		+	+								



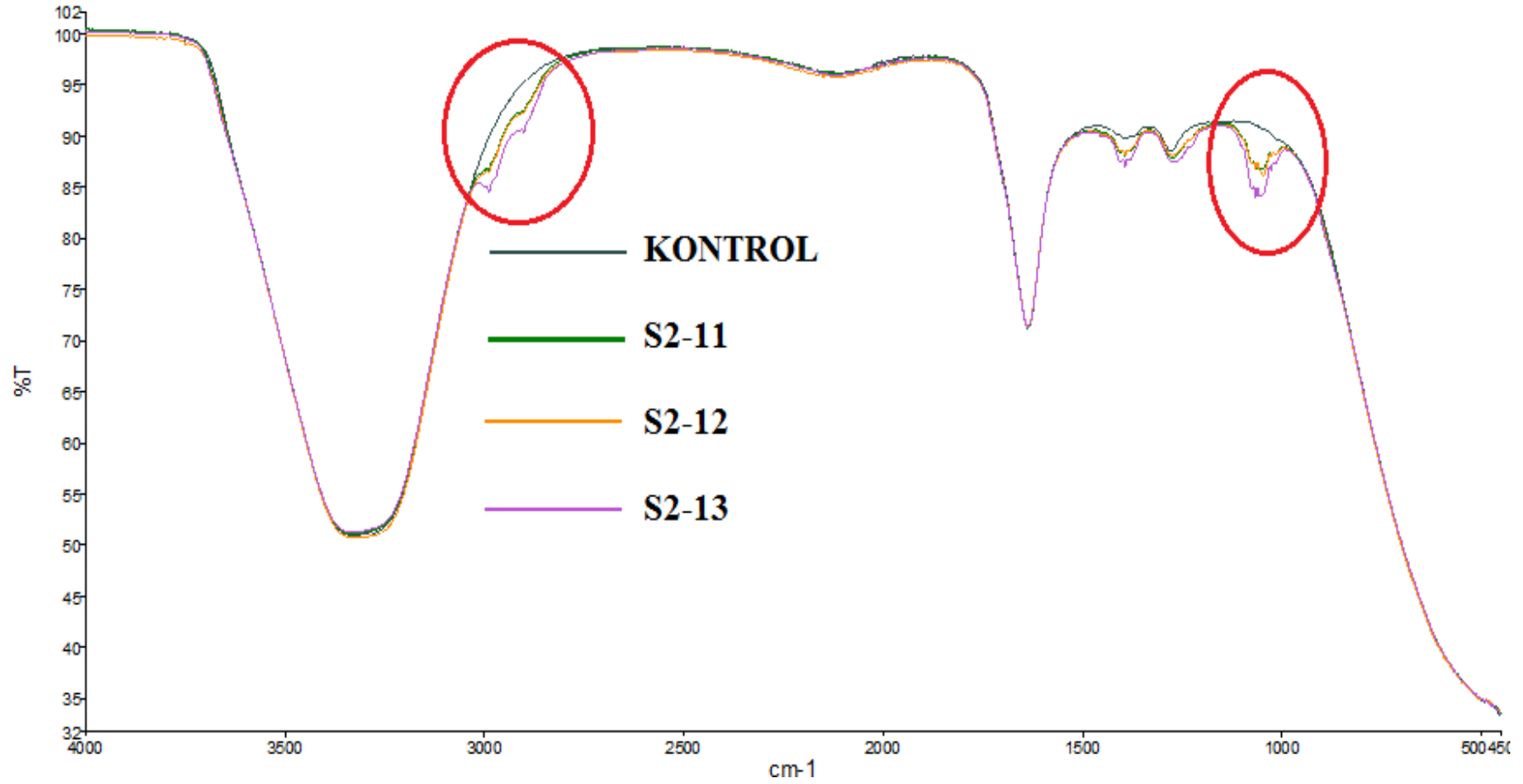
Şekil 4.17. FT-IR spektrometrede silikon numune (kontrol) spektrumu ile GB-D2 ile temas sonrası silikon numune spektrumunda anlamlı farklılığın olduğu bölgeler görüntüsü-1



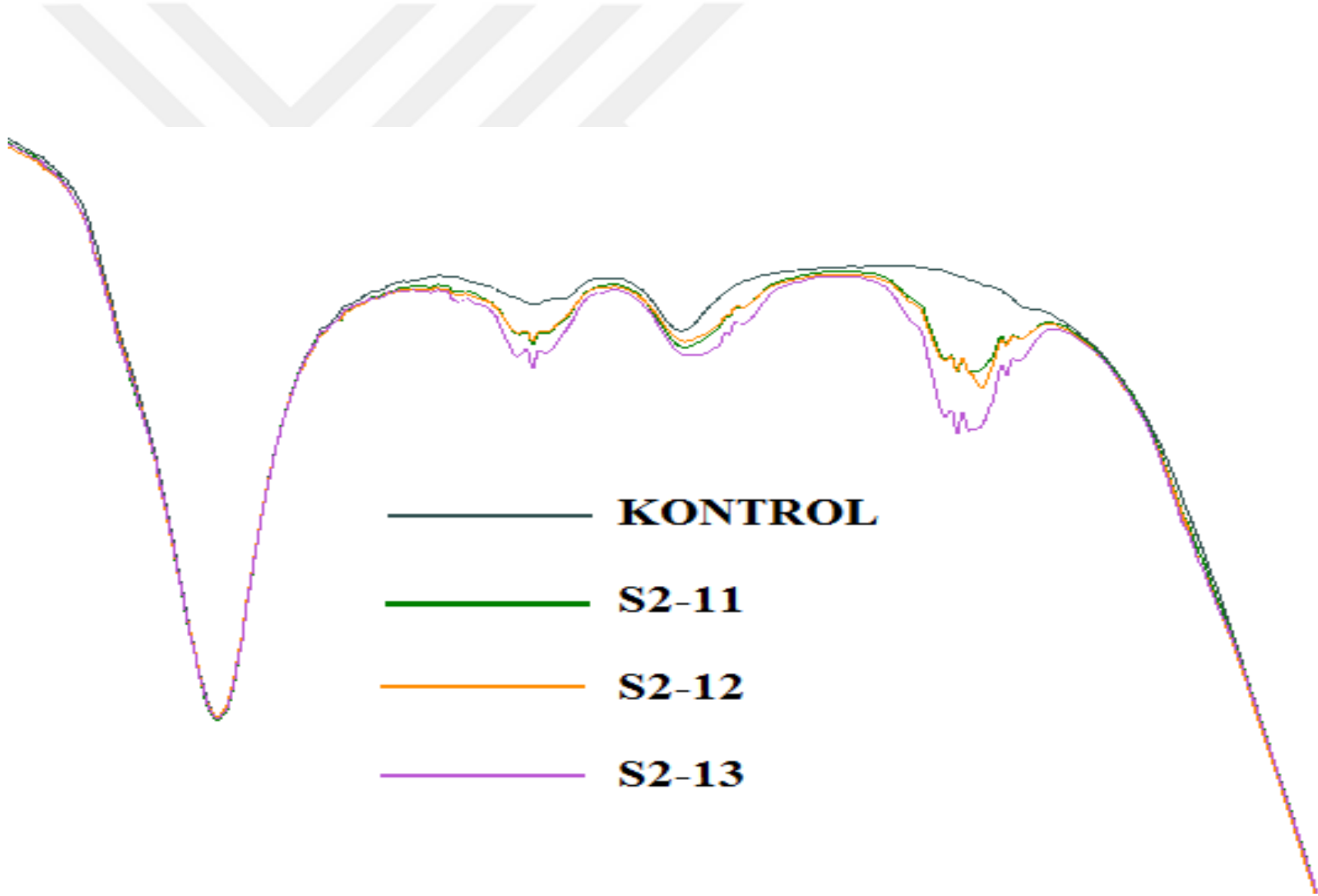
Şekil 4.18. FT-IR spektrometrede plastik numune (kontrol) ile GB-D4 ile temas sonrası plastik numune spektrumunda anlamlı farklılığın olduğu bölge görüntüsü 2 (yakınlaştırılmış görüntü)



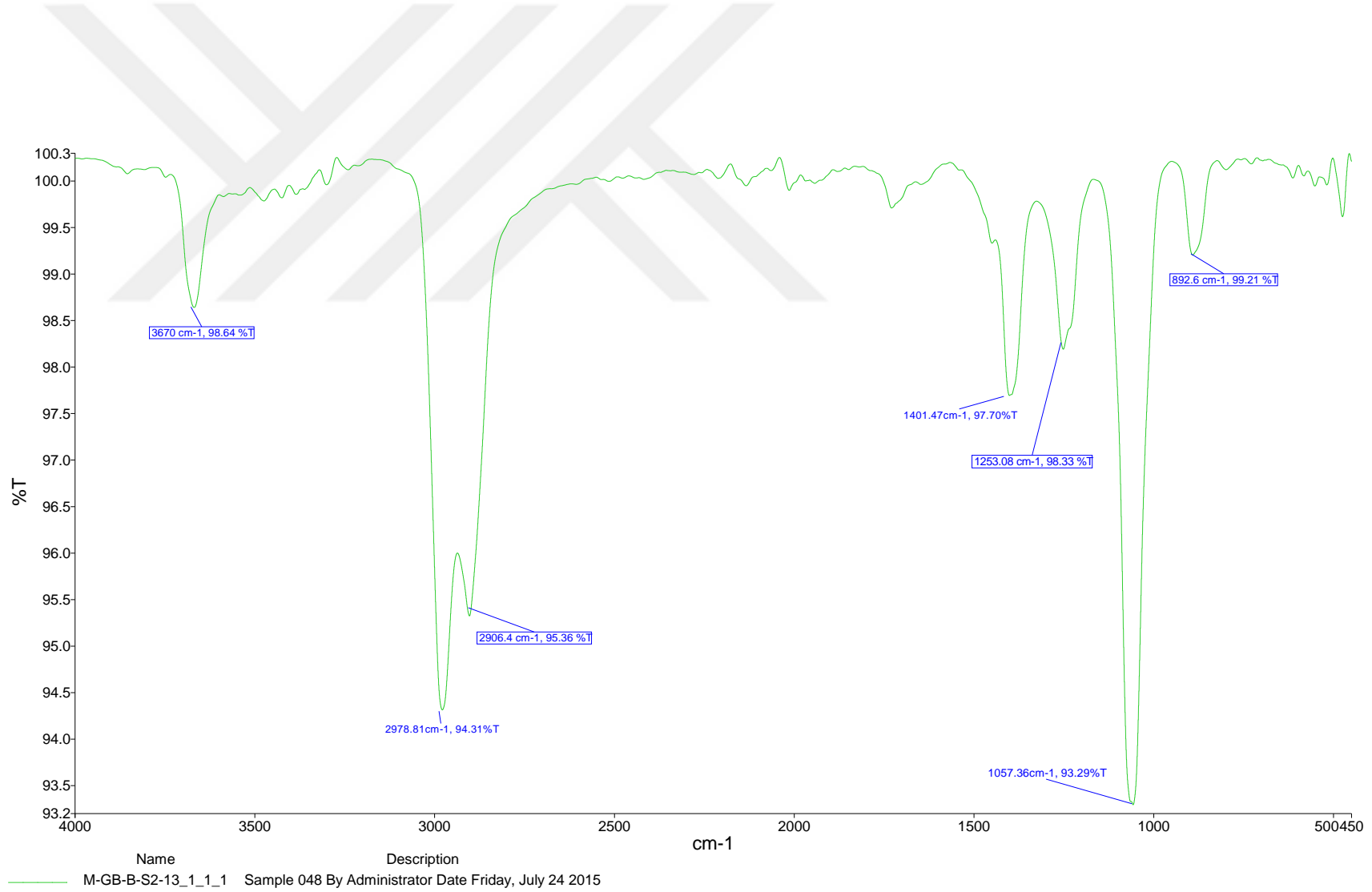
Şekil 4.19. FT-IR spektrometrede GB-D4 ile temas etmiş silikon numune spektrumundan ile temas etmemiş silikon numune (kontrol) spektrumunun çıkarılmış spektrumu



Şekil 4.20. FT-IR spektrometrede silikon numunelerle temas etmiş GB-B spektrumu ile temas etmemiş GB-B'nin (kontrol) spektrumunda anlamlı farklılığın olduğu bölgelerin görüntüsü-1



Şekil 4.21. FT-IR spektrometrede silikon numunelerle temas etmiş GB-B spektrumu ile temas etmemiş GB-B'nin (kontrol) spektrumunda anlamlı farklılığın olduğu bölgelerin görüntüsü 2 (yakınlaştırılmış görüntü)



Şekil 4.22. FT-IR spektrometrede silikon numune ile temas etmiş GB-B'nin spektrumunun temas etmemiş GB-B (kontrol) spektrumundan çıkarılmış spektrumu

4.1.2. XRF spektrometre bulguları

4.1.2.1. XRF spektrometre analizleri için validasyon raporu

Niceliksel safsızlık analizleri ve safsızlık limit analizleri arasında kalan yarı niceliksel analizleri içeren metotların validasyonuna uygun olarak (Çizelge 3.4), AL-TL-04 nolu işletme içi olarak hazırlanan metodun validasyonunda, bileşimi bilinen 2 farklı yapıdaki (polimer ve metal) referans numunelerin WD-XRF spektrometre cihazında FPM düzeltmeleri uygulanarak metal içerikleri gün içi ve günler arası okunarak belirlenmiştir. Elde edilen veriler sertifika değerleri ile karşılaştırılarak Çizelge 4.5'teki validasyon raporu oluşturulmuştur.

Çizelge 4.5 WD-XRF analizleri için validasyon parametreleri

Parametreler	Veriler
Tespit Limiti (LOD) (%m/m)	0,001
Tekrar üretilebilirlik (% RSD)	1,11 – 3,50

4.1.2.2. Plastik numunelere ait XRF spektrometre bulguları

Genel olarak plastik numunelerde alınan kesitlerin WD-XRF spektrometresinde taranması sonucunda tespit edilebilir toplam element düzeyi %0,04-0,58 arasında saptanmıştır. Numunelerden sadece P8-1 ve P11-1 nolu numunelerde diğerlerinden farklı olarak sırasıyla toplam element miktarı %0,41 ve %0,58 düzeyinde saptanmıştır. Bu numunelerde farklılığın Ti ve Ca elementlerinden kaynaklandığı görülmüştür. Bulgular Çizelge 4.6'da verilmiştir.

4.1.2.3. Silikon numunelere ait XRF spektrometre bulguları

Silikon numunelerde ise % kütle olarak ana yapıyı oluşturan silisyum elementi hariç toplam element miktarı %0,61-1,46 arasında saptanmıştır. Bulgular Çizelge 4.7'de verilmiştir. Numuneler içinde gıda ile temas eden yüzeyi beyaz olan tek numune S9-1 olup bu numunede de diğer numunelerden farklı düzeyde Ti elementi olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.6. Plastik numunelerin WD-XRF ile yarı niceliksel olarak içeriğindeki elementler ve miktarları

	P1-1	P2-1	P3-1	P4-1	P5-1	P6-1	P7-1	P8-1
Elementler	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)
K	0,0148 ± 0,0011	0,0155 ± 0,0003	0,0155 ± 0,0006	0,0145 ± 0,0007	0,0168 ± 0,0003	0,0157 ± 0,0025	0,0157 ± 0,0011	0,0154 ± 0,0001
Al	0,0052 ± 0,0006	0,0062 ± 0,0008	0,0089 ± 0,0014	0,0077 ± 0,0006	0,0082 ± 0,0006	0,0070 ± 0,0001	0,0056 ± 0,0006	0,0096 ± 0,0006
Ca	0,0237 ± 0,0000	0,0259 ± 0,0003	0,0192 ± 0,0006	0,0088 ± 0,0008	0,0096 ± 0,0008	0,0242 ± 0,0003	0,0242 ± 0,0013	0,2414 ± 0,0013
Si	0,0029 ± 0,0013	0,0055 ± 0,0005	0,0104 ± 0,0020	0,0024 ± 0,0013	0,0051 ± 0,0002	0,0031 ± 0,0004	0,0028 ± 0,0001	0,0060 ± 0,0008
P	0,0029 ± 0,0008	0,0041 ± 0,0003	0,0031 ± 0,0001	0,0037 ± 0,0004	0,0040 ± 0,0001	0,0050 ± 0,0004	0,0054 ± 0,0001	0,0099 ± 0,0008
Fe	0,0022 ± 0,0003	0,0025 ± 0,0000	0,0030 ± 0,0000	0,0027 ± 0,0004	0,0025 ± 0,0000	0,0023 ± 0,0001	0,0038 ± 0,0003	0,0059 ± 0,0002
S	0,0011 ± 0,0004	0,0011 ± 0,0004	0,0012 ± 0,0001	0,0013 ± 0,0001	0,0010 ± 0,0006	0,0013 ± 0,0000	0,0012 ± 0,0000	0,0013 ± 0,0002
Cl	0,0021 ± 0,0004	0,0018 ± 0,0002	0,0055 ± 0,0001	0,0027 ± 0,0005	0,0061 ± 0,0002	<LOD	0,0012 ± 0,0002	0,0049 ± 0,0002
Mg	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,0125 ± 0,0010
Ti	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,0995 ± 0,0065
Cu	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,0026 ± 0,0001
Toplam	0,055	0,063	0,067	0,044	0,053	0,059	0,060	0,409

	P8-2	P9-1	P10-1	P10-2	P10-3	P10-4	P10-5	P11-1
Elementler	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)
K	0,0163 ± 0,0003	0,0160 ± 0,0011	0,157 ± 0,0013	0,0157 ± 0,0025	0,0184 ± 0,0011	0,0162 ± 0,0023	0,0074 ± 0,0010	0,0146 ± 0,0005
Al	0,0066 ± 0,0008	0,0042 ± 0,0015	0,0070 ± 0,0007	0,0059 ± 0,0006	0,0079 ± 0,0030	0,0069 ± 0,0002	0,0065 ± 0,0008	0,0132 ± 0,0017
Ca	0,0142 ± 0,0000	0,0248 ± 0,0003	0,0241 ± 0,0003	0,0044 ± 0,0002	0,0039 ± 0,0005	0,0543 ± 0,0006	0,0043 ± 0,0001	0,2176 ± 0,0033
Si	0,0059 ± 0,0019	0,0069 ± 0,0008	0,0053 ± 0,0005	0,0060 ± 0,0001	0,0063 ± 0,0001	0,0056 ± 0,0004	0,0059 ± 0,0004	0,0037 ± 0,0001
P	0,0053 ± 0,0005	0,0054 ± 0,0004	0,0051 ± 0,0008	0,0046 ± 0,0006	0,0031 ± 0,0010	0,0040 ± 0,0007	0,0155 ± 0,0011	0,0059 ± 0,0001
Fe	0,0027 ± 0,0002	0,0034 ± 0,0006	0,0041 ± 0,0001	0,0063 ± 0,0004	0,0057 ± 0,0005	0,0068 ± 0,0005	0,0050 ± 0,0003	0,0019 ± 0,0001
S	0,0013 ± 0,0001	0,0009 ± 0,0001	0,0013 ± 0,0005	0,0011 ± 0,0002	0,0014 ± 0,0000	0,0010 ± 0,0001	0,0011 ± 0,0002	0,0016 ± 0,0001
Cl	0,0042 ± 0,0006	0,0024 ± 0,0002	0,0020 ± 0,0004	0,0043 ± 0,0001	0,0054 ± 0,0006	0,0042 ± 0,0001	0,0021 ± 0,0009	0,0066 ± 0,0010
Ti	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,3165 ± 0,0187
Toplam	0,057	0,064	0,206	0,048	0,052	0,099	0,048	0,582

Çizelge 4.6. Plastik numunelerin WD-XRF ile yarı niceliksel olarak içeriğindeki elementler ve miktarları (devam).

	P12-1	P13-1	P14-1	P15-1	P16-1	P17-1	P18-1
Elementler	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)
K	0,0669 ± 0,0029	0,0157 ± 0,0008	0,0142 ± 0,0013	0,0151 ± 0,0013	0,0147 ± 0,0000	0,0179 ± 0,0013	0,0155 ± 0,0016
Al	0,0090 ± 0,0013	0,0060 ± 0,0011	0,0082 ± 0,0013	0,0048 ± 0,0001	0,0068 ± 0,0004	0,0065 ± 0,0008	0,0055 ± 0,0002
Ca	0,0238 ± 0,0004	0,0447 ± 0,0004	0,0353 ± 0,0003	0,0336 ± 0,0013	0,0021 ± 0,0006	0,0269 ± 0,0006	0,0044 ± 0,0010
Si	0,0051 ± 0,0006	0,0032 ± 0,0013	0,0029 ± 0,0003	0,0022 ± 0,0002	0,0023 ± 0,0004	0,0055 ± 0,0004	0,0029 ± 0,0004
P	0,0031 ± 0,0001	0,0045 ± 0,0001	0,0063 ± 0,0001	0,0033 ± 0,0009	0,0058 ± 0,0001	0,0042 ± 0,0011	0,0031 ± 0,0011
Fe	0,0024 ± 0,0006	0,0021 ± 0,0001	0,0039 ± 0,0001	0,0039 ± 0,0002	0,0052 ± 0,0008	0,0023 ± 0,0006	0,0026 ± 0,0007
S	0,0021 ± 0,0000	0,0009 ± 0,0003	0,0014 ± 0,0006	0,0012 ± 0,0003	0,0015 ± 0,0004	0,0012 ± 0,0003	0,0012 ± 0,0002
Cl	0,0015 ± 0,0002	0,0022 ± 0,0006	0,0029 ± 0,0001	0,0022 ± 0,0000	<LOD	0,0019 ± 0,0011	0,0036 ± 0,0006
Toplam	0,114	0,079	0,075	0,066	0,038	0,066	0,039

	P19-1	P19-2	P20-1	P21-1	P22-1	P22-2
Elementler	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)
K	0,0152 ± 0,0016	0,0199 ± 0,0009	0,0148 ± 0,0009	0,0166 ± 0,0017	0,1147 ± 0,0034	0,0564 ± 0,0016
Al	0,0076 ± 0,0012	0,0176 ± 0,0003	0,0057 ± 0,0001	0,0067 ± 0,0006	0,0054 ± 0,0003	0,0077 ± 0,0009
Ca	0,0040 ± 0,0002	0,0411 ± 0,0008	0,0042 ± 0,0007	0,0447 ± 0,0018	0,0089 ± 0,0007	0,0385 ± 0,0001
Si	0,0028 ± 0,0013	0,0177 ± 0,0023	0,0034 ± 0,0001	0,0025 ± 0,0006	0,0096 ± 0,0003	0,0120 ± 0,0000
P	0,0032 ± 0,0001	0,0039 ± 0,0002	0,0045 ± 0,0001	0,0047 ± 0,0004	0,0035 ± 0,0002	0,0033 ± 0,0002
Fe	0,0078 ± 0,0002	0,0037 ± 0,0007	0,0089 ± 0,0007	0,0084 ± 0,0000	0,0050 ± 0,0001	0,0023 ± 0,0003
S	0,0015 ± 0,0004	0,0032 ± 0,0001	0,0010 ± 0,0004	0,0014 ± 0,0001	0,0013 ± 0,0003	0,0027 ± 0,0003
Cl	<LOD	0,0094 ± 0,0006	0,0020 ± 0,0004	<LOD	0,0165 ± 0,0004	<LOD
Toplam	0,042	0,117	0,045	0,085	0,165	0,123

Cizelge 4.7. Silikon numunelerin WD-XRF ile yarı niceliksel olarak taranarak içeriğinde saptanan elementler ve miktarları

	S1-1	S2-1	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S4-1	S4-2
Elementler	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)
Si	99,47 ± 0,027	98,852 ± 0,039	98,724 ± 0,095	99,115 ± 0,046	98,999 ± 0,009	98,56 ± 0,053	99,048 ± 0,039	99,07 ± 0,04
K	0,132 ± 0,002	0,149 ± 0,006	0,187 ± 0,018	0,162 ± 0,014	0,154 ± 0,006	0,143 ± 0,006	0,157 ± 0,033	0,134 ± 0,017
Ca	0,174 ± 0,011	0,475 ± 0,008	0,23 ± 0,029	0,097 ± 0,004	0,077 ± 0,006	0,409 ± 0,011	0,349 ± 0,006	0,424 ± 0,013
Ti	0,056 ± 0,008	0,206 ± 0,016	0,126 ± 0,046	0,14 ± 0,009	0,214 ± 0,03	0,394 ± 0,021	0,217 ± 0,052	0,099 ± 0,022
S	0,056 ± 0,015	0,096 ± 0,019	0,181 ± 0,016	0,133 ± 0,013	0,106 ± 0,016	0,128 ± 0,025	0,06 ± 0,008	0,039 ± 0,013
Zn	0,034 ± 0,002	<LOD	0,052 ± 0,003	0,041 ± 0,002	0,042 ± 0,007	0,039 ± 0,002	0,025 ± 0,003	0,102 ± 0,009
Al	0,028 ± 0,001	0,029 ± 0,002	0,175 ± 0,004	0,096 ± 0,011	0,093 ± 0,006	0,109 ± 0,006	0,041 ± 0,004	0,033 ± 0,001
Fe	0,025 ± 0,007	0,099 ± 0,001	0,068 ± 0,007	0,042 ± 0,006	0,051 ± 0,009	0,056 ± 0,008	0,104 ± 0,006	0,092 ± 0,012
Cl	0,027 ± 0,001	0,095 ± 0,006	0,076 ± 0,008	0,058 ± 0,009	0,153 ± 0,011	0,037 ± 0,002	<LOD	<LOD
Na	<LOD	<LOD	0,172 ± 0,021	0,116 ± 0,019	0,103 ± 0,017	0,108 ± 0	<LOD	<LOD
Zr	<LOD	<LOD	0,009 ± 0,002	<LOD	0,008 ± 0,001	0,011 ± 0,004	<LOD	<LOD
Silisyum hariç toplam	0,532	1,149	1,276	0,885	1,001	1,434	0,953	0,923

	S4-3	S4-4	S4-5	S5-1	S6-1	S7-1	S7-2	S7-3
Elementler	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)
Si	99,223 ± 0,022	99,385 ± 0,014	99,277 ± 0,009	98,847 ± 0,047	99,153 ± 0,034	99,194 ± 0,04	99,120 ± 0,027	98,939 ± 0,059
K	0,145 ± 0,02	0,146 ± 0,013	0,14 ± 0,023	0,151 ± 0,019	0,153 ± 0,018	0,132 ± 0,024	0,142 ± 0,007	0,139 ± 0,009
Ca	0,246 ± 0,005	0,101 ± 0,02	0,04 ± 0,003	0,151 ± 0,01	0,087 ± 0,015	0,064 ± 0,013	0,168 ± 0,013	0,103 ± 0,011
Ti	0,222 ± 0,026	0,099 ± 0,024	0,344 ± 0,029	<LOD	0,111 ± 0,003	0,138 ± 0,017	0,189 ± 0,031	0,251 ± 0,017
S	0,049 ± 0,008	0,054 ± 0,008	0,075 ± 0,006	0,103 ± 0,009	0,106 ± 0,003	0,079 ± 0,006	0,078 ± 0,006	0,142 ± 0,010
Zn	0,052 ± 0,003	0,077 ± 0,002	0,057 ± 0,002	<LOD	0,09 ± 0,002	0,077 ± 0,003	0,082 ± 0,006	0,082 ± 0,003
Al	0,032 ± 0,002	0,037 ± 0,008	0,032 ± 0,002	0,053 ± 0,004	0,106 ± 0,001	0,101 ± 0,005	0,087 ± 0,005	0,147 ± 0,009
Fe	0,031 ± 0,002	0,032 ± 0,009	0,035 ± 0,01	0,465 ± 0,006	0,057 ± 0,007	0,056 ± 0,009	0,059 ± 0,007	0,094 ± 0,002
Cl	<LOD	0,068 ± 0,003	<LOD	0,049 ± 0,005	0,031 ± 0,006	0,088 ± 0,006	<LOD	<LOD
Na	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,099 ± 0,005	0,066 ± 0,014	0,071 ± 0,02	0,103 ± 0,025
Zr	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,007 ± 0,001	0,005 ± 0,001	0,004 ± 0,001	<LOD
Cr	<LOD	<LOD	<LOD	0,113 ± 0,014	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Cu	<LOD	<LOD	<LOD	0,068 ± 0,008	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Silisyum hariç toplam	0,777	0,614	0,723	1,153	0,847	0,806	0,880	1,061

Çizelge 4.7. Silikon numunelerin WD-XRF ile yarı niceliksel olarak taranarak içeriğinde saptanan elementler ve miktarları (devam).

	S8-1	S8-2	S8-3	S8-4	S8-5	S8-6	S8-7	S9-1
Elementler	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)
Si	99,113 ± 0,024	99,099 ± 0,039	98,698 ± 0,031	99,06 ± 0,01	99,056 ± 0,029	99,192 ± 0,01	98,9 ± 0,055	98,538 ± 0,059
K	0,173 ± 0,001	0,147 ± 0,011	0,163 ± 0,01	0,156 ± 0,021	0,143 ± 0,01	0,143 ± 0,021	0,138 ± 0,006	0,148 ± 0,019
Ca	0,09 ± 0,002	0,098 ± 0,006	0,199 ± 0,011	0,107 ± 0,001	0,094 ± 0,002	0,088 ± 0,006	0,274 ± 0,006	0,07 ± 0,013
Ti	0,176 ± 0,018	0,208 ± 0,026	<LOD	0,11 ± 0,003	0,204 ± 0,012	0,137 ± 0,031	0,07 ± 0,04	1,058 ± 0,044
S	0,092 ± 0,009	0,098 ± 0,001	0,103 ± 0,009	0,092 ± 0,003	0,113 ± 0,018	0,101 ± 0,009	0,131 ± 0,017	0,038 ± 0,006
Zn	0,031 ± 0,004	0,033 ± 0,006	0,046 ± 0,004	0,035 ± 0,004	0,031 ± 0,004	0,027 ± 0,004	0,054 ± 0,006	0,029 ± 0,004
Al	0,121 ± 0,006	0,15 ± 0,001	0,126 ± 0,005	0,152 ± 0,008	0,115 ± 0,003	0,122 ± 0,011	0,106 ± 0,009	0,036 ± 0,004
Fe	0,063 ± 0,005	0,051 ± 0,012	0,056 ± 0,01	0,105 ± 0,01	0,056 ± 0,003	0,055 ± 0,014	0,072 ± 0	0,084 ± 0,003
Cl	<LOD	<LOD	0,042 ± 0,003	0,085 ± 0,009	0,037 ± 0,003	0,032 ± 0,012	0,063 ± 0,008	<LOD
Na	0,141 ± 0,03	0,111 ± 0,013	0,085 ± 0,01	0,092 ± 0,009	0,101 ± 0,018	0,097 ± 0,018	0,176 ± 0,016	<LOD
Zr	<LOD	0,006 ± 0,002	0,007 ± 0,001	0,006 ± 0,003	0,006 ± 0,003	0,005 ± 0,002	0,011 ± 0,001	<LOD
Bi	<LOD	<LOD	0,345 ± 0,018	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Cr	<LOD	<LOD	0,018 ± 0,016	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
V	<LOD	<LOD	0,112 ± 0,012	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Cu	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,044 ± 0,007	<LOD	<LOD	<LOD
Silisyum hariç toplam	0,887	0,902	1,302	0,940	0,944	0,807	1,095	1,463

	S10-1	S11-1	S11-2	S11-3
Elementler	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)	sonuç (% kütle)
Si	98,982 ± 0,02	98,619 ± 0,036	99,118 ± 0,03	99,376 ± 0,031
K	0,155 ± 0,01	0,181 ± 0,014	0,142 ± 0,017	0,139 ± 0,023
Ca	0,105 ± 0,018	0,176 ± 0,009	0,073 ± 0,011	0,076 ± 0,015
Ti	0,163 ± 0,025	<LOD	0,337 ± 0,003	0,203 ± 0,012
S	0,179 ± 0,006	0,144 ± 0,021	0,065 ± 0,016	0,053 ± 0,008
Zn	0,036 ± 0	0,08 ± 0,004	0,086 ± 0,002	0,086 ± 0,004
Al	0,104 ± 0,011	0,052 ± 0,005	0,035 ± 0,003	0,027 ± 0,003
Fe	0,06 ± 0,005	0,587 ± 0,014	0,092 ± 0,01	0,039 ± 0,007
Cl	0,052 ± 0,009	0,052 ± 0,004	0,053 ± 0,007	<LOD
Na	0,163 ± 0,016	0,11 ± 0,043	<LOD	<LOD
Silisyum hariç toplam	1,017	1,382	0,883	0,623

4.1.3. DSC bulguları

4.1.3.1. DSC analizleri için validasyon raporu

ASTM No: E2253 standardına göre (Anonim 2011c) AL-TL-22 nolu işletme içi olarak hazırlanan DSC ile yapılan analizlerin metot validasyonunda %99.99 saflıkta indiyum, kalay ve çinko sertifikalı referans malzemeleri çalışmalar tamamlanmıştır. Çalışmalara ait verilerden Çizelge 4.8'deki validasyon raporu oluşturulmuştur.

Çizelge 4.8. Termal analizler için validasyon parametreleri

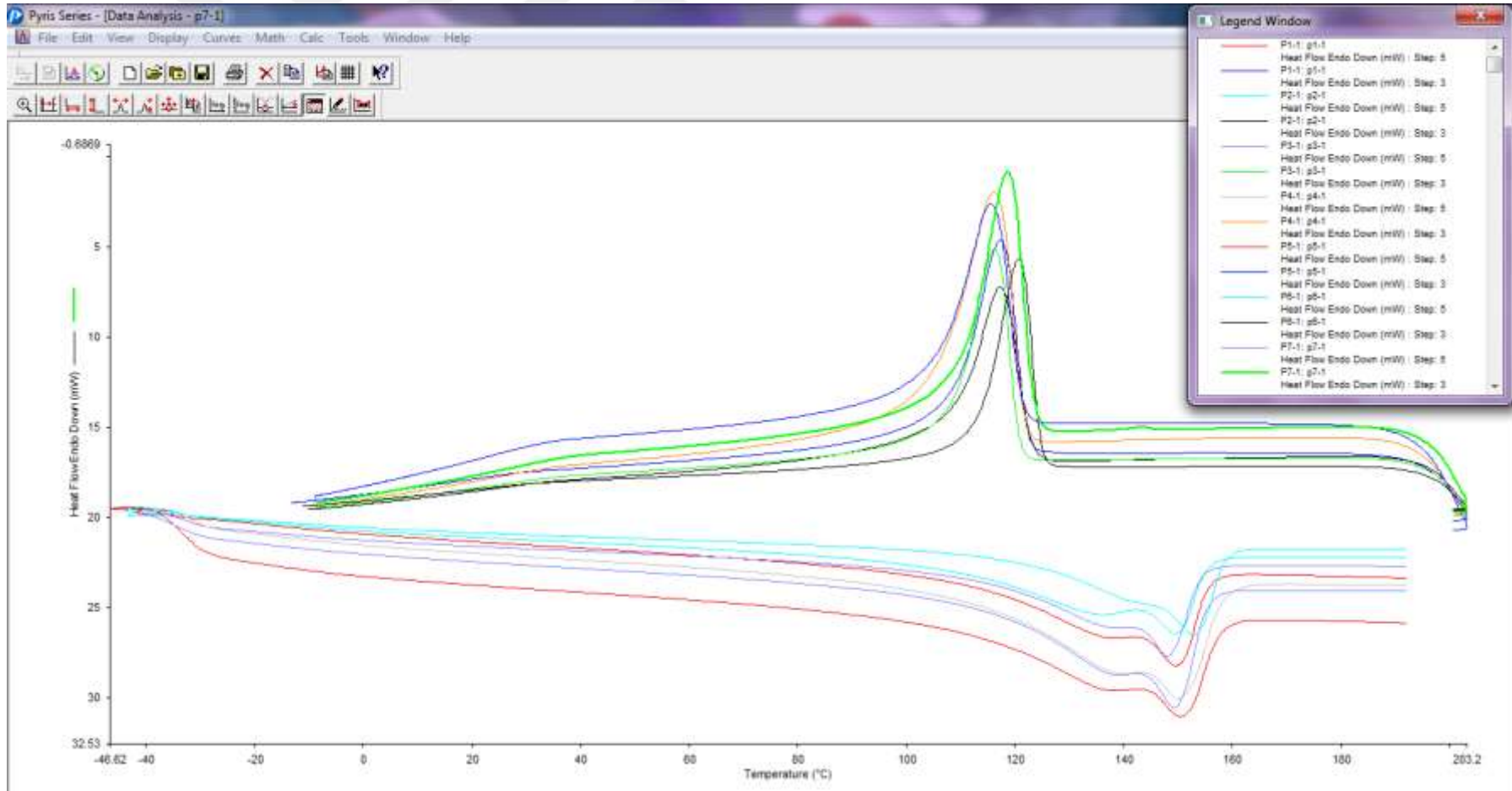
Parametreler	Veriler
Ölçüm limiti (LOQ) (mJ)	0,05
Tekrarlanabilirlik (%RSD)	1,52

4.1.3.2. Plastik numunelere ait DSC bulguları

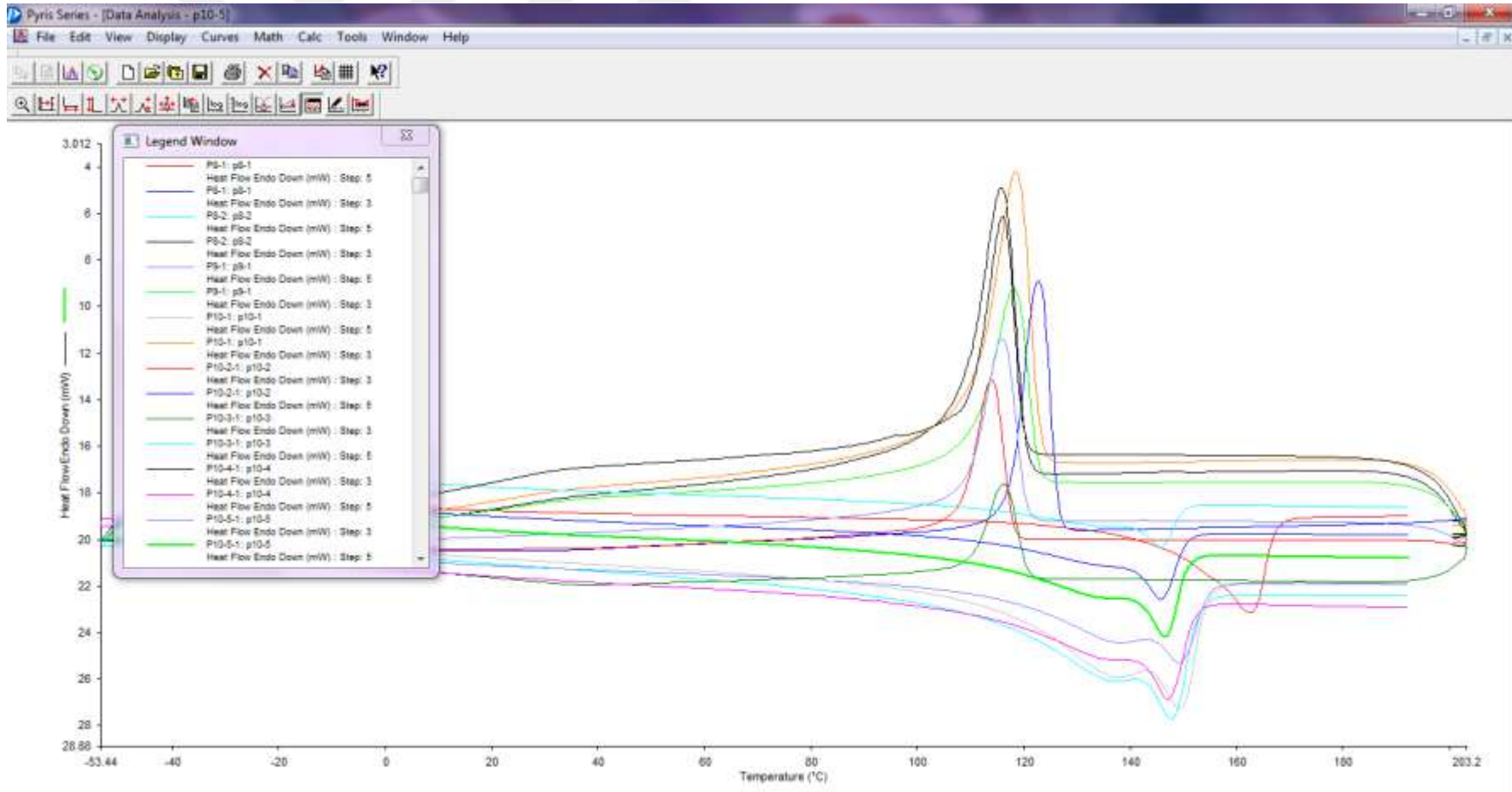
Çalışma aralığı -60°C ile 400°C arasında olan DSC cihazında 20 mL/dk azot gazı altında beş basamaklı programla (Çizelge 3.6) plastik numunelerde yapılan termal tarama spektrumlarından elde edilen bulgular Çizelge 4.9'da verilmiştir. Numunelerin camsı geçiş dereceleri (T_g) -35 ile 4°C arasında (T_g dereceleri bazı numunelerin spektrumlarında net olarak gelmemiştir), erime dereceleri (T_m) 146 ile 162°C arasında ve kristalizasyon dereceleri ise 114 ile 123°C arasında değişmiştir. Numunelere ait DSC termogramları toplu olarak Şekil 4.23 ile 4.26 arasında verilmiştir. Herbir numuneye ait hesaplamaları gösteren detaylı termogramlar ise Ek 58 ile 65 arasında verilmiştir.

Çizelge 4.9. Plastik numunelere ait termal özellikler

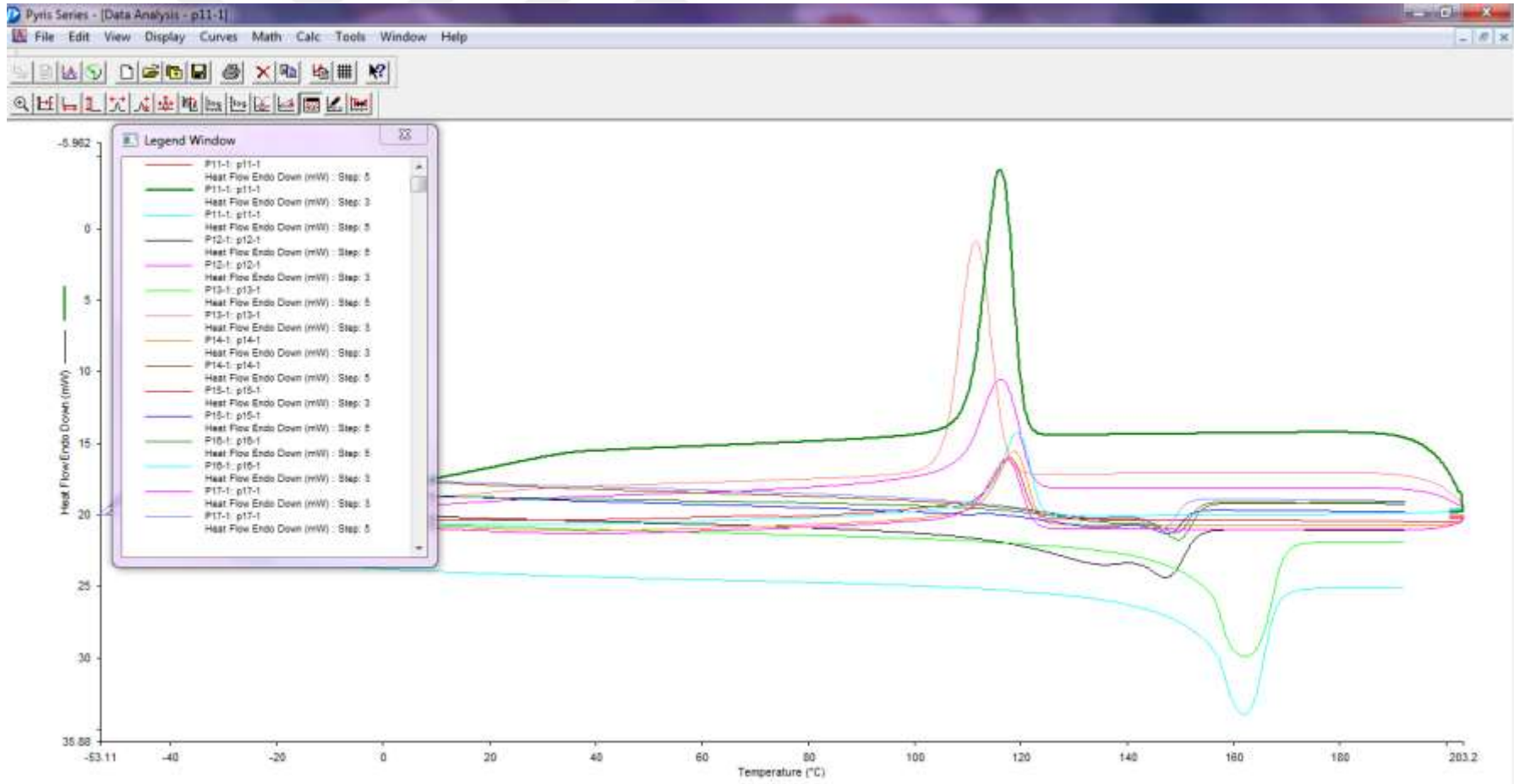
Numuneler	Camsı geçiş - T _g (°C)	Erime - T _m (°C)	Kristalizasyon - T _c (°C)
P1-1	-26,03	149,70	117,24
P2-1	-19,77	149,48	117,19
P3-1	-28,04	148,11	116,18
P4-1	-26,09	149,92	116,24
P5-1	-30,96	150,44	115,70
P6-1	-25,29	152,93	120,69
P7-1	-31,67	149,38	118,66
P8-1	3,67	162,33	122,76
P8-2	-16,76	147,58	115,91
P9-1	-24,15	149,23	118,22
P10-1	-19,02	149,19	118,59
P10-2	-13,71	145,82	113,87
P10-3	-6,34	145,87	116,18
P10-4	-33,63	147,06	116,14
P10-5	-12,68	146,58	116,04
P11-1	-34,24	162,12	115,83
P12-1	-28,99	147,11	116,32
P13-1	-35,54	162,45	111,46
P14-1	-13,03	149,04	118,62
P15-1	-9,93	147,71	117,81
P16-1	-26,32	149,57	119,45
P17-1	-10,13	146,65	117,89
P18-1	-7,08	155,73	119,23
P19-1	-30,31	148,15	117,43
P19-2	-17,07	151,92	120,32
P20-1	-9,05	147,64	119,32
P21-1	-18,53	148,96	117,70
P22-1	-16,29	148,49	117,86
P22-2	-8,47	147,71	119,43



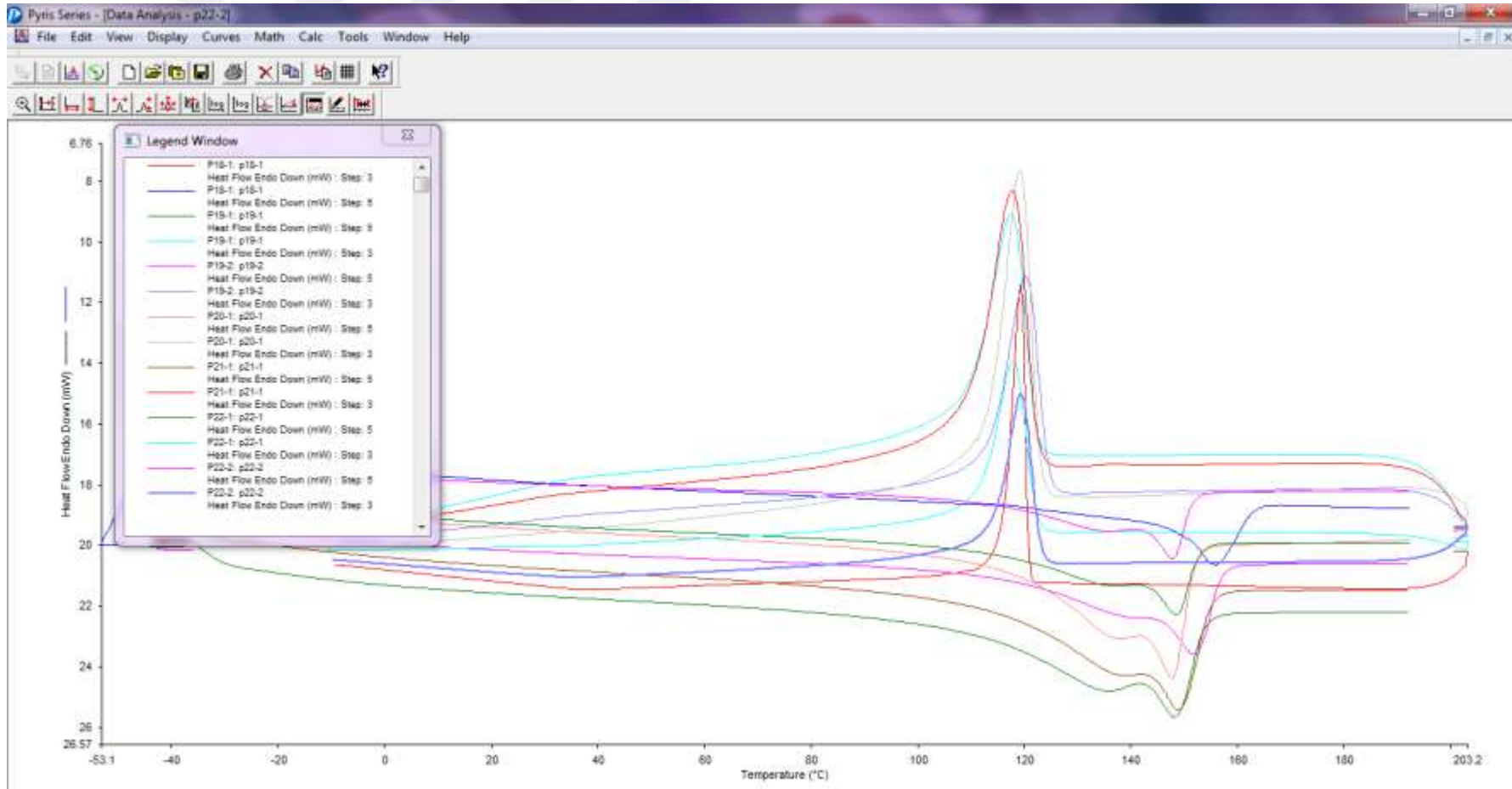
Şekil 4.23. P1, P2, P3, P4, P5, P6 ve P7 kodlu plastik numunelerin bir arada DSC termogramları.



Şekil 4.24. P8-1, P8-2, P9, P10-1, P10-2, P10-3, P10-4 ve P10-5 kodlu plastik numunelerin bir arada DSC termogramları.



Şekil 4.25. P11, P12, P13, P14, P15, P16 ve P17 kodlu plastik numunelerin bir arada DSC termogramları.



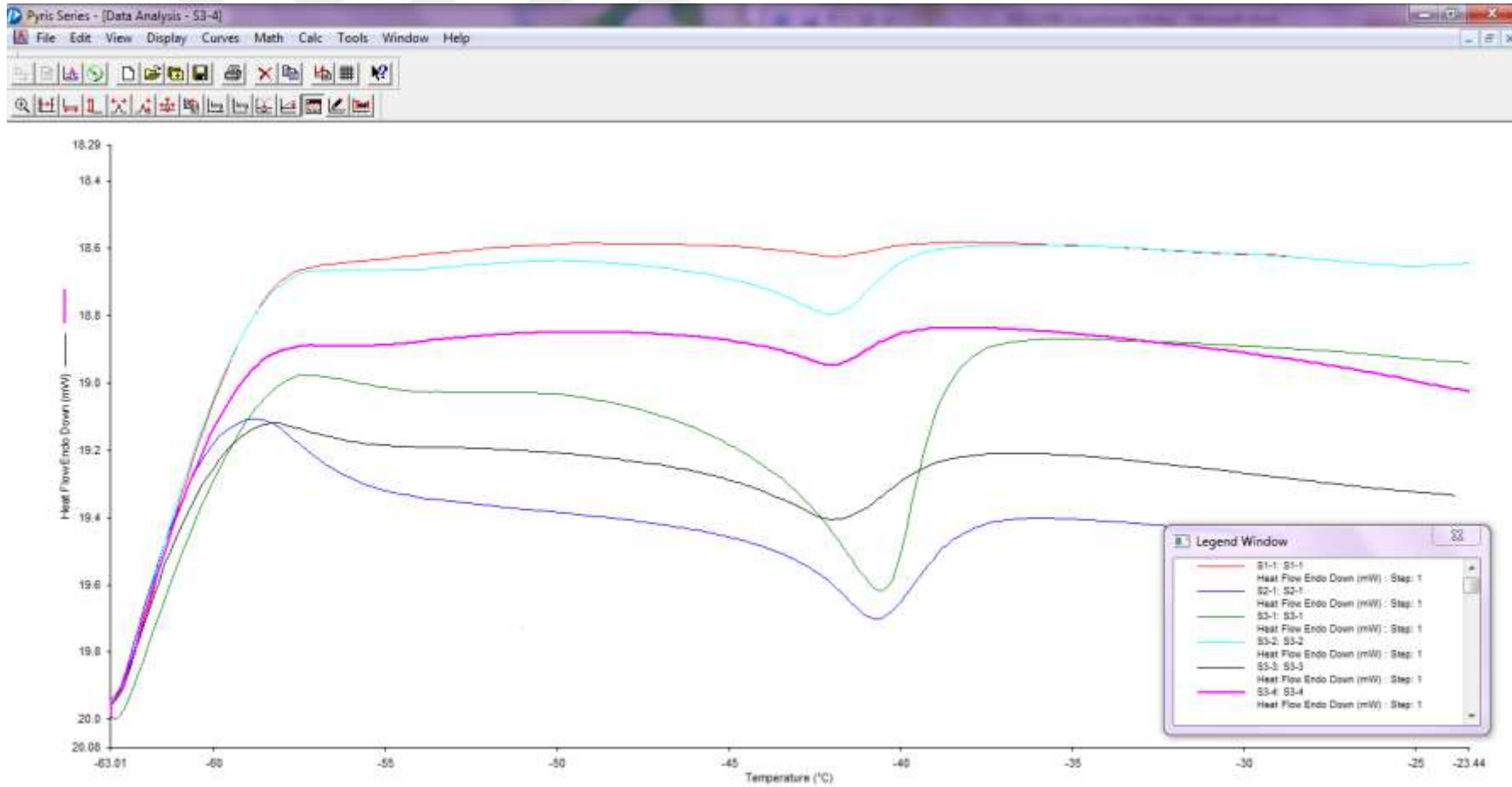
Şekil 4.26. P18, P19-1, P19-2, P20, P21, P22-1 ve P22-2 kodlu plastik numunelerin bir arada DSC termogramları.

4.1.3.3. Silikon numunelere ait DSC bulguları

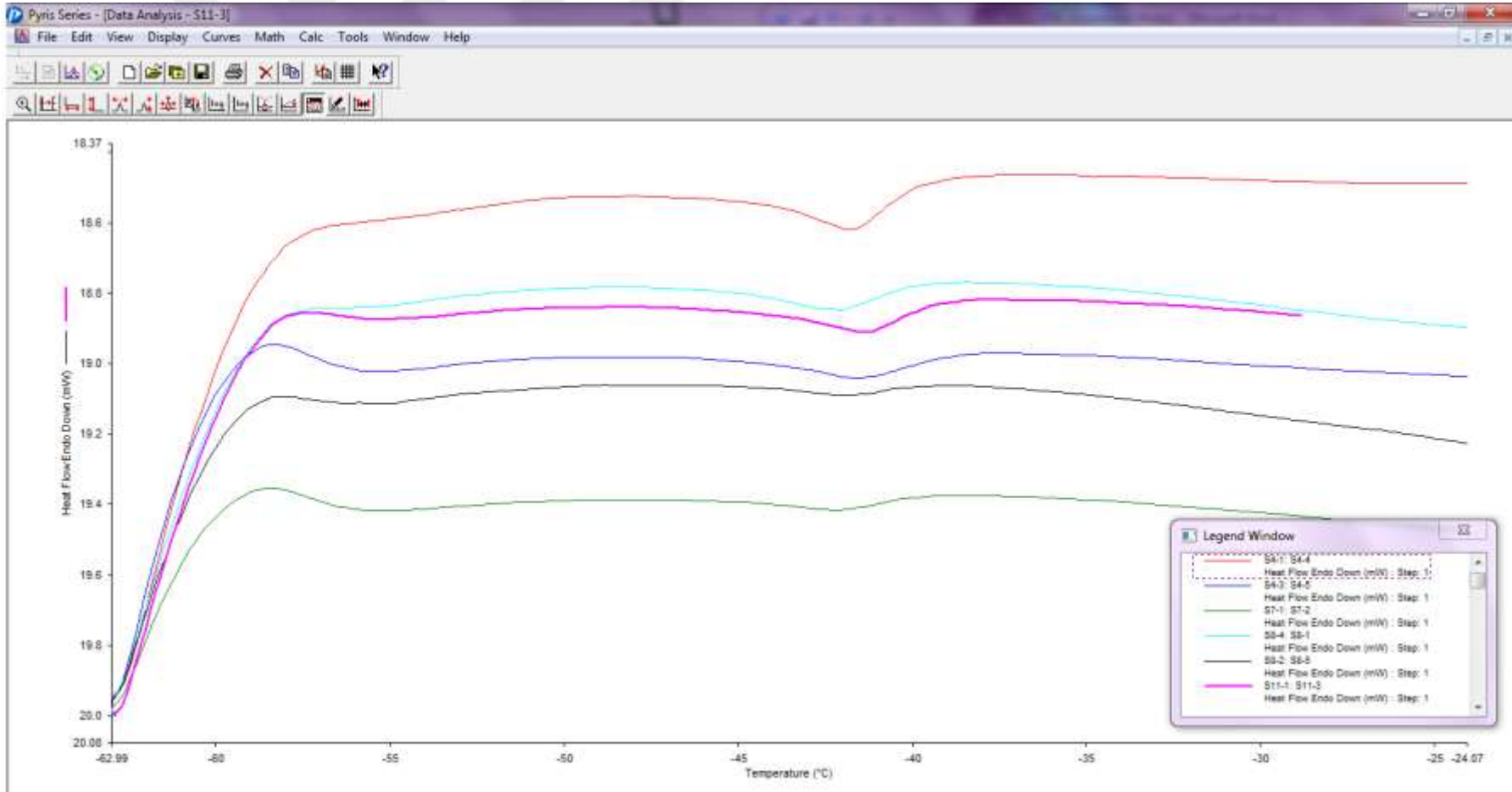
Silikon numunelerde termal özellikler -130 ile -40°C arasında gelmektedir. Çalışmada kullanılan DSC cihazının en düşük inebildiği sıcaklık -60°C olduğu için numunelerin sadece -40°C civarındaki erime dereceleri hesaplanmıştır. Buna göre DSC cihazında Çizelge 3.6'daki belirtilen programla silikon numunelerde yapılan termal tarama spektrumlarından elde edilen bulgular Çizelge 4.10'da verilmiştir. Numunelerin erime dereceleri (T_m) -40 ile -42°C arasında değişmiştir. Numunelere ait DSC termogramları toplu olarak Şekil 4.27 ile 4.31 arasında verilmiştir. Herbir numuneye ait hesaplamaları gösteren detaylı termogramlar ise Ek 66 ile 72 arasında verilmiştir.

Çizelge 4.10. Silikon numunelere ait erime sıcaklıkları (T_m)

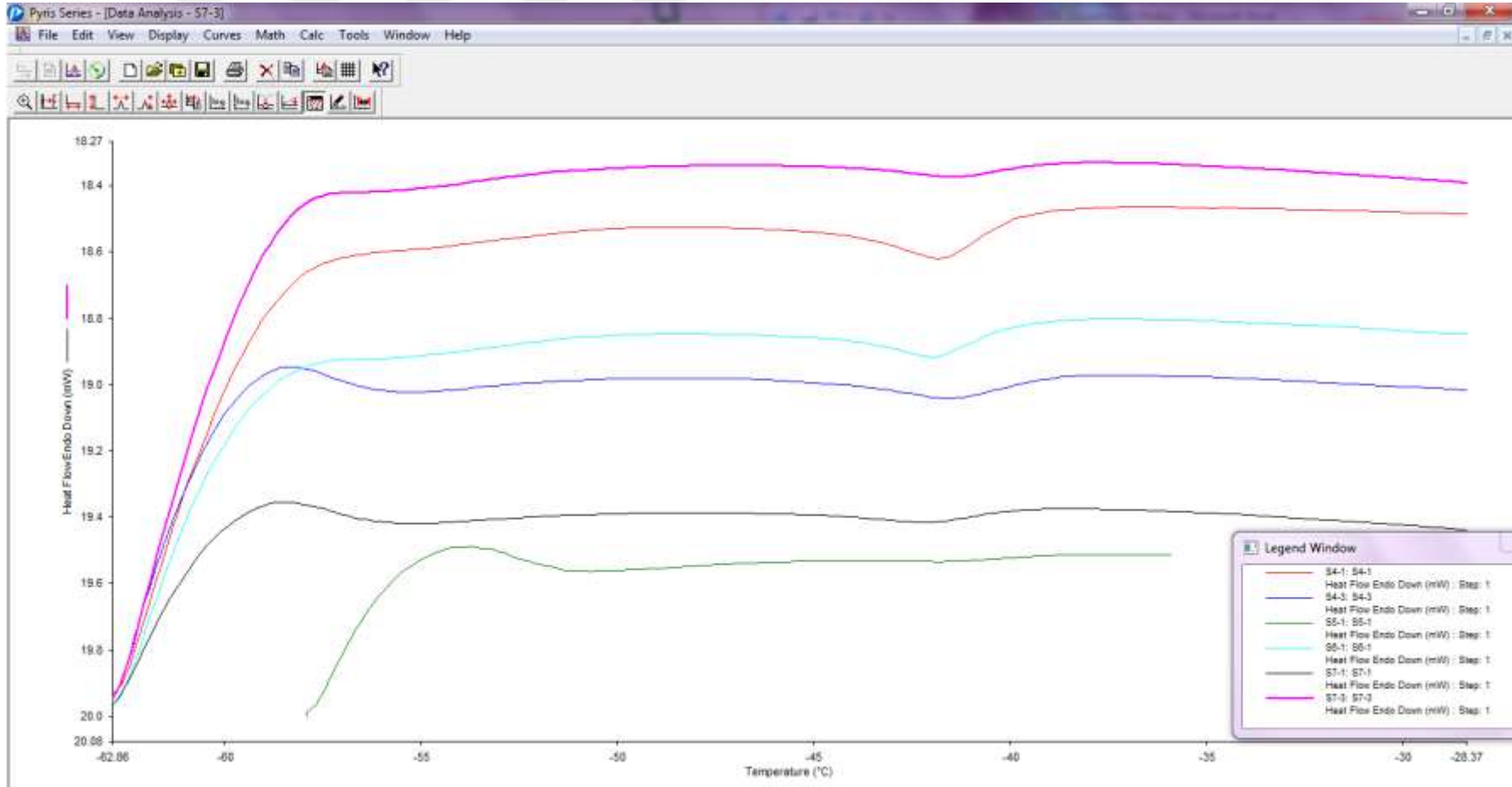
	T _m (°C)		T _m (°C)		T _m (°C)		T _m (°C)
S1-1	-41,82	S4-2	-41,84	S7-2	-42,19	S8-6	-41,69
S2-1	-40,66	S4-3	-41,58	S7-3	-41,39	S8-7	-41,58
S3-1	-40,51	S4-4	-41,84	S8-1	-41,97	S9-1	-41,39
S3-2	-42,09	S4-5	-41,58	S8-2	-42,03	S10-1	-41,97
S3-3	-40,51	S5-1	-41,48	S8-3	-41,78	S11-1	-41,37
S3-4	-41,96	S6-1	-41,98	S8-4	-41,97	S11-2	-41,79
S4-1	-41,84	S7-1	-42,19	S8-5	-42,03	S11-3	-41,37



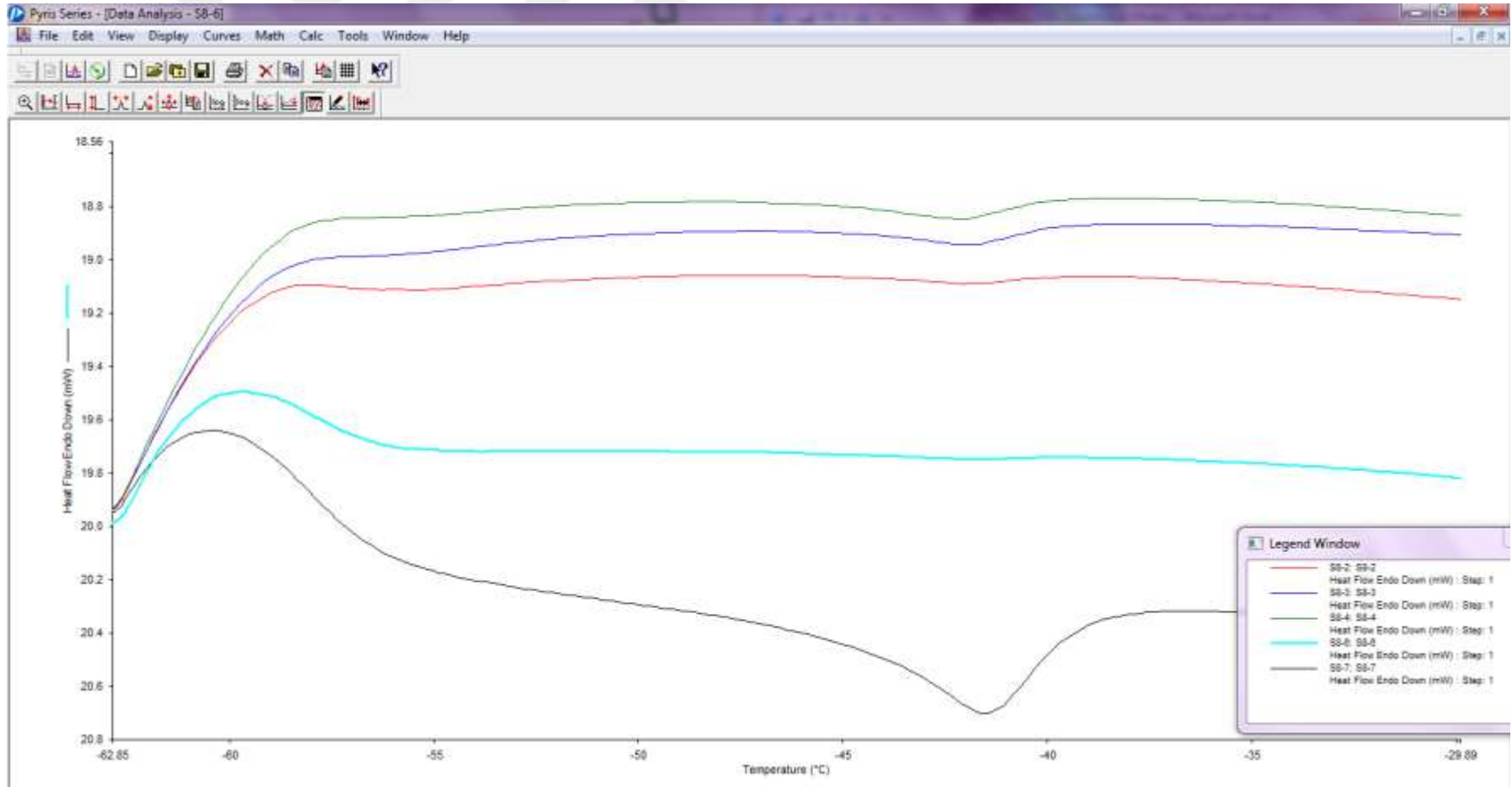
Şekil 4.27. S1, S2, S3-1, S3-2, S3-3 ve S3-4 kodlu silikon numunelerin bir arada DSC termogramları.



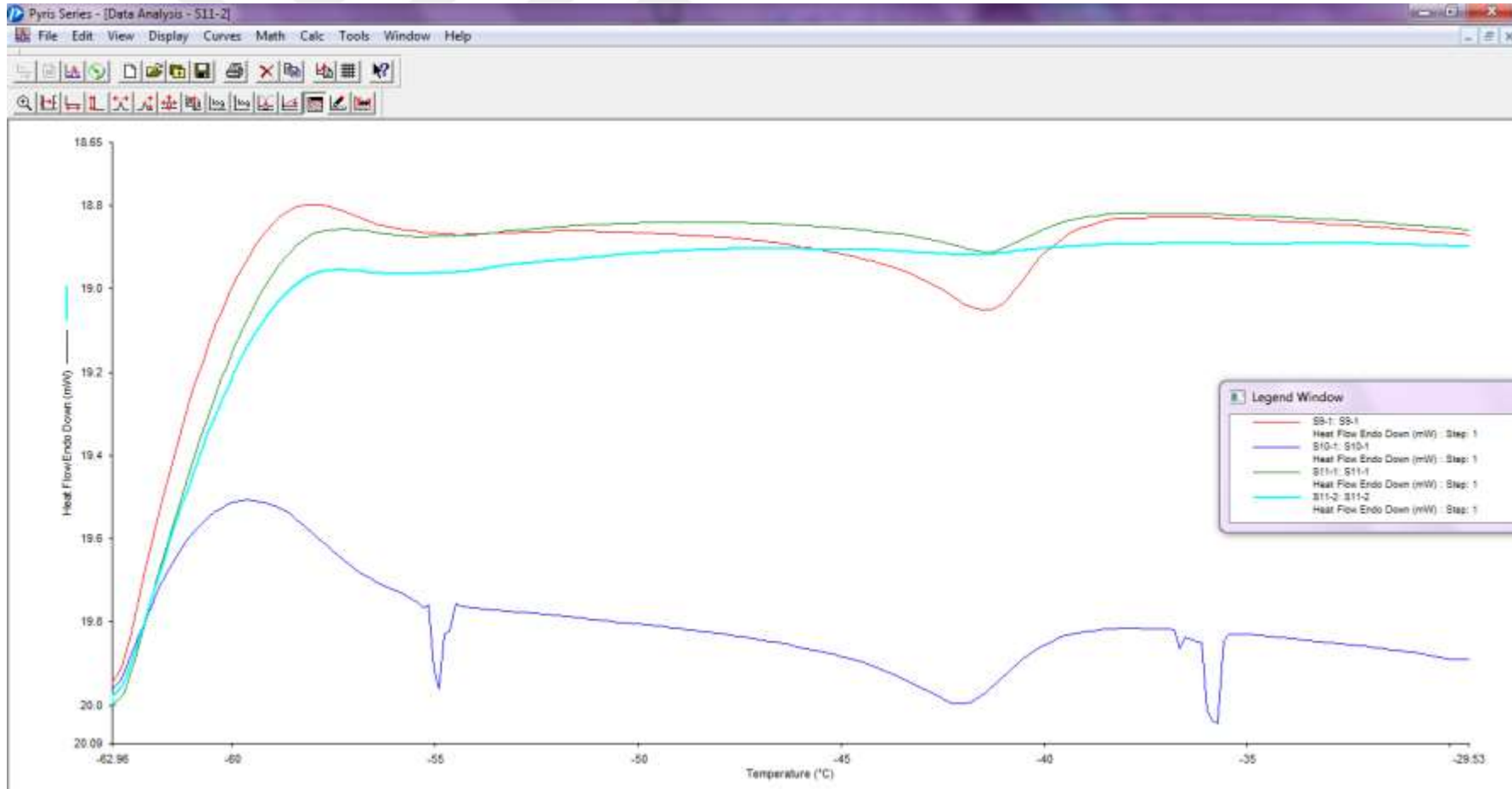
Şekil 4.28. S4-4, S4-5, S7-2, S8-1, S8-5 ve S11-3 kodlu silikon numunelerin bir arada DSC termogramları.



Şekil 4.29. S4-1, S4-3, S5, S6, S7-1 ve S7-3 kodlu silikon numunelerin bir arada DSC termogramları.



Şekil 4.30. S8-2, S8-3, S8-4, S8-6 ve S8-7 kodlu silikon numunelerin bir arada DSC termogramları.



Şekil 4.31. S9, S10, S11-1 ve S11-2 kodlu silikon numunelerin bir arada DSC termogramları.

4.2. Migrasyon Analiz Bulguları

4.2.1. Toplam migrasyon analiz bulguları

4.2.1.1. Toplam migrasyon analizleri için validasyon raporu

Toplam migrasyon analizlerinde TGK 2013/34 ve 35 nolu tebliğleri, EN 1186:1, 8, 9 ve 14 nolu standartları ve Eurachem kılavuzları dikkate alınarak validasyon çalışmaları tamamlanmıştır. Buna göre 2 adet sulu (GB-A ve GB-B) ve 3 adet yağlı gıda benzerleri (GB-D1, GB-D3 ve GB-D4) olmak üzere toplam 5 adet gıda benzerinde kısa ve uzun dönem laboratuvar içi çalışmaları sonucu elde edilen bulgular rapor halinde Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Toplam migrasyon analizi metot validasyon raporu

Validasyon parametreleri	Gıda benzerleri				
	GB-A	GB-B	GB-D1	GB-D3	GB-D4
Tespit limiti (LOD) (mg/dm ²)	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7
Tekrar üretilebilirlik (%RSD)	6,3	6,2	5,5	6,6	6,6

4.2.1.2. Plastik numunelere ait toplam migrasyon analiz bulguları

Validasyonu tamamlanmış metoda göre yapılan bu analizler sonucunda plastik numuneler için 5 adet gıda benzerine (GB-A, GB-B, GB-D1, GB-D3 ve GB-D4) geçen uçucu olmayan toplam kalıntı miktarlarına (toplam migrasyon) ait analiz bulguları Çizelge 4.12’de mg/dm² olarak verilmiştir.

4.2.1.3. Silikon numunelere ait toplam migrasyon analiz bulguları

Silikon numunelerde ise 3 adet gıda benzeri (GB-B, GB-D1 ve GB-D3) ile teması sonucu gıda benzerine geçen uçucu olmayan toplam kalıntı miktarlarına (toplam migrasyon) ait analiz bulguları Çizelge 4.13’te mg/dm² olarak verilmiştir. Çalışmada kullanılan plastik ve silikon tüm numuneler tekrar kullanımlı özellikte oldukları için, elde edilen bulguların limitlere uygunluğu değerlendirilirken ilgili tebliğ ve standartlara göre (TGK 2013/34 tebliği ve EN 1186 standartları) 3. kullanım bulguları dikkate alınmıştır. Şekil 4.32 ve 4.33’te toplam migrasyon analizinde geçişlerin görsel olarak belirgin olduğu bazı numuneler gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. Plastik numunelerin 1., 2. ve 3. tekrar kullanım sonucu toplam migrasyon bulguları (mg/dm²)

Kodlama	Gıda Benzeri A			Gıda Benzeri B		Gıda Benzeri D1			Gıda Benzeri D3			Gıda Benzeri D4		
	1.	2.	3	1.	2. ve 3.	1.	2.	3	1.	2.	3	1.	2.	3
P1-1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	6,9 ± 1,2	5,7 ± 1,0	1,5 ± 0,3	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
P2-1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	5,1 ± 0,9	2,0 ± 0,3	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
P3-1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	5,1 ± 0,9	2,0 ± 0,3	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
P4-1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	9,8 ± 1,7	<LOD	2,2 ± 0,4	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
P5-1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	5,1 ± 0,9	1,4 ± 0,2	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
P6-1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	5,8 ± 1,0	6,6 ± 1,1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
P7-1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	4,3 ± 0,7	7,9 ± 1,3	1,6 ± 0,3	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
P8-1	<LOD	<LOD	3,4 ± 0,4	2,1 ± 0,3	<LOD	1,9 ± 0,4	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	1,5 ± 0,3	<LOD	<LOD
P8-2	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	2,8 ± 0,5	1,5 ± 0,3	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
P9-1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	8,5 ± 1,4	2,7 ± 0,5	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
P10-1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	3,4 ± 0,6	5,2 ± 0,9	4,5 ± 0,8	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
P10-2	<LOD	<LOD	2,6 ± 0,3	1,7 ± 0,2	<LOD	5,1 ± 1,0	4,6 ± 0,9	2,9 ± 0,6	13,8 ± 2,9	<LOD	<LOD	4,0 ± 0,8	9,9 ± 2,1	<LOD
P10-3	3,9 ± 0,5	3,7 ± 0,5	4,4 ± 0,6	2,6 ± 0,3	<LOD	3,3 ± 0,6	7,5 ± 1,4	8,3 ± 1,6	8,1 ± 1,7	2,2 ± 0,5	<LOD	10,8 ± 2,3	7,7 ± 1,6	6,1 ± 1,3
P10-4	3,1 ± 0,4	4,0 ± 0,5	5,3 ± 0,7	1,7 ± 0,2	<LOD	5,3 ± 1,0	6,6 ± 1,3	7,2 ± 1,4	11,6 ± 2,4	3,5 ± 0,7	<LOD	1,3 ± 0,3	6,3 ± 1,3	9,2 ± 1,9
P10-5	1,7 ± 0,2	3,3 ± 0,4	5,9 ± 0,8	1,3 ± 0,2	<LOD	10,5 ± 2,0	6,1 ± 1,2	3,7 ± 0,7	<LOD	2,2 ± 0,5	<LOD	4,2 ± 0,9	3,8 ± 0,8	6,4 ± 1,4
P11-1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	7,6 ± 1,3	5,6 ± 1,0	2,6 ± 0,4	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
P12-1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	7,7 ± 1,3	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
P13-1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	5,8 ± 1,0	2,9 ± 0,5	5,0 ± 0,8	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
P14-1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	7,8 ± 1,3	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
P15-1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	5,6 ± 1,0	3,6 ± 0,6	1,4 ± 0,2	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
P16-1	2,2 ± 0,3	<LOD	<LOD	3,8 ± 0,5	<LOD	5,0 ± 0,9	2,9 ± 0,5	<LOD	3,6 ± 0,8	5,3 ± 1,1	<LOD	7,2 ± 1,5	3,6 ± 0,8	1,2 ± 0,3
P17-1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	2,3 ± 0,4	4,0 ± 0,7	2,0 ± 0,3	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
P18-1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	5,3 ± 1,0	4,2 ± 0,8	3,7 ± 0,7	2,1 ± 0,4	<LOD	<LOD	<LOD	1,1 ± 0,2	<LOD
P19-1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	9,6 ± 1,8	6,6 ± 1,3	4,3 ± 0,8	2,6 ± 0,6	1,3 ± 0,3	<LOD	5,3 ± 1,1	6,5 ± 1,4	7,6 ± 1,6
P19-2	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	2,1 ± 0,4	<LOD	1,8 ± 0,3	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
P20-1	3,8 ± 0,5	<LOD	<LOD	6,4 ± 0,8	<LOD	3,5 ± 0,7	4,1 ± 0,8	4,3 ± 0,8	1,6 ± 0,3	<LOD	<LOD	1,0 ± 0,2	3,3 ± 0,7	5,4 ± 1,1
P21-1	<LOD	<LOD	<LOD	9,0 ± 1,1	<LOD	3,1 ± 0,6	3,1 ± 0,6	2,7 ± 0,5	6,6 ± 1,4	<LOD	<LOD	5,1 ± 1,1	6,4 ± 1,3	7,0 ± 1,5
P22-1	<LOD	<LOD	3,7 ± 0,5	1,2 ± 0,1	<LOD	5,2 ± 1,0	2,6 ± 0,5	1,6 ± 0,3	9,9 ± 2,1	1,8 ± 0,4	<LOD	2,0 ± 0,4	2,8 ± 0,6	3,7 ± 0,8
P22-2	<LOD	<LOD	2,9 ± 0,4	1,2 ± 0,1	<LOD	3,9 ± 0,7	3,3 ± 0,6	1,6 ± 0,3	5,3 ± 1,1	3,0 ± 0,6	<LOD	1,4 ± 0,3	3,8 ± 0,8	4,6 ± 1,0

Çizelge 4.13. Silikon numunelerde 1., 2. ve 3. tekrar kullanım sonucu toplam migrasyon bulguları (mg/dm²)

Kodlama	Gıda Benzeri B		Gıda Benzeri D1			Gıda Benzeri D3		
	1.	2. ve 3.	1.	2.	3	1.	2.	3
S1-1	5,5 ± 0,7	<LOD	44,3 ± 8,4	11,0 ± 2,1	<LOD	42,1 ± 8,8	37,6 ± 7,9	20,3 ± 4,3
S2-1	<LOD	<LOD	21,2 ± 4,0	<LOD	<LOD	43,9 ± 9,2	35,6 ± 7,5	19,0 ± 4,0
S3-1	<LOD	<LOD	15,2 ± 2,9	<LOD	<LOD	23,6 ± 5,0	12,0 ± 2,5	5,9 ± 1,2
S3-2	<LOD	<LOD	37,5 ± 7,1	<LOD	<LOD	35,1 ± 7,4	21,9 ± 4,6	9,6 ± 2,0
S3-3	<LOD	<LOD	24,9 ± 4,7	<LOD	<LOD	36,6 ± 7,7	29,9 ± 6,3	2,6 ± 0,6
S3-4	<LOD	<LOD	16,5 ± 3,1	<LOD	<LOD	37,2 ± 7,8	20,9 ± 4,4	7,0 ± 1,5
S4-1	<LOD	<LOD	40,4 ± 7,7	4,9 ± 0,9	<LOD	31,0 ± 6,5	26,8 ± 5,6	10,6 ± 2,2
S4-2	3,4 ± 0,4	<LOD	19,7 ± 3,7	<LOD	<LOD	25,5 ± 5,4	12,0 ± 2,5	7,7 ± 1,6
S4-3	9,2 ± 1,1	<LOD	12,7 ± 2,4	<LOD	<LOD	44,9 ± 9,4	14,6 ± 3,1	4,1 ± 0,9
S4-4	5,3 ± 0,6	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	13,6 ± 2,9	8,0 ± 1,7	3,6 ± 0,7
S4-5	2,4 ± 0,3	<LOD	4,1 ± 0,8	<LOD	<LOD	44,5 ± 9,3	16,8 ± 3,5	6,6 ± 1,4
S5-1	<LOD	<LOD	27,8 ± 5,3	<LOD	<LOD	31,2 ± 6,5	22,0 ± 4,6	17,5 ± 3,7
S6-1	<LOD	<LOD	15,1 ± 2,9	<LOD	<LOD	29,8 ± 6,2	20,7 ± 4,3	5,3 ± 1,1
S7-1	<LOD	<LOD	25,7 ± 4,9	<LOD	<LOD	37,5 ± 7,9	5,1 ± 1,1	4,3 ± 0,9
S7-2	<LOD	<LOD	16,4 ± 3,1	<LOD	<LOD	17,3 ± 3,6	8,6 ± 1,8	4,4 ± 0,9
S7-3	<LOD	<LOD	19,3 ± 3,7	<LOD	<LOD	23,1 ± 4,8	15,0 ± 3,1	4,7 ± 1,0
S8-1	1,1 ± 0,1	<LOD	12,8 ± 2,4	<LOD	<LOD	23,5 ± 4,9	4,6 ± 1,0	<LOD
S8-2	1,4 ± 0,2	<LOD	14,2 ± 2,7	<LOD	<LOD	25,1 ± 5,3	6,8 ± 1,4	<LOD
S8-3	<LOD	<LOD	10,9 ± 2,1	<LOD	<LOD	24,3 ± 5,1	5,2 ± 1,1	2,5 ± 0,5
S8-4	<LOD	<LOD	13,6 ± 2,6	<LOD	<LOD	21,0 ± 4,4	5,2 ± 1,1	3,3 ± 0,7
S8-5	<LOD	<LOD	10,4 ± 2,0	<LOD	<LOD	22,1 ± 4,6	5,5 ± 1,1	1,4 ± 0,3
S8-6	<LOD	<LOD	11,5 ± 2,2	<LOD	<LOD	22,1 ± 4,6	3,8 ± 0,8	<LOD
S8-7	<LOD	<LOD	13,2 ± 2,5	<LOD	<LOD	32,8 ± 6,9	24,5 ± 5,1	15,7 ± 3,3
S9-1	<LOD	<LOD	41,9 ± 8,0	12,0 ± 2,3	<LOD	44,2 ± 9,3	35,4 ± 7,4	26,0 ± 5,5
S10-1	<LOD	<LOD	32,5 ± 6,2	13,3 ± 2,5	<LOD	61,7 ± 13,0	40,5 ± 8,5	21,6 ± 4,5
S11-1	<LOD	<LOD	22,0 ± 4,2	<LOD	<LOD	47,4 ± 10,0	35,1 ± 7,4	8,8 ± 1,8
S11-2	<LOD	<LOD	25,8 ± 4,9	<LOD	<LOD	47,1 ± 9,9	35,8 ± 7,5	6,6 ± 1,4
S11-3	<LOD	<LOD	21,2 ± 4,0	<LOD	<LOD	45,9 ± 9,6	34,6 ± 7,3	7,0 ± 1,5



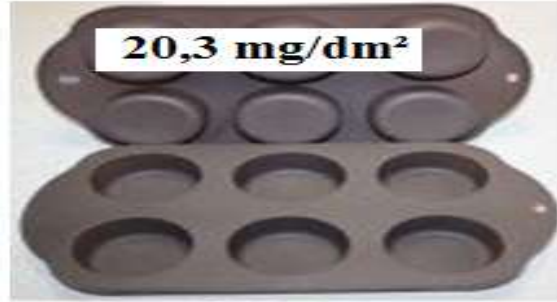
KONTROL

S3-2

S10

S3-4

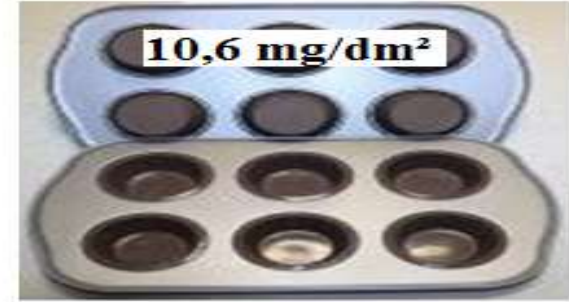
Şekil 4.32. Toplam migrasyon analizi (GB-D3 ile) sonucu görsel olarak belirgin geçişlerin olduğu bazı silikon numunelerin uçurma kabı görselleri



S-1-1



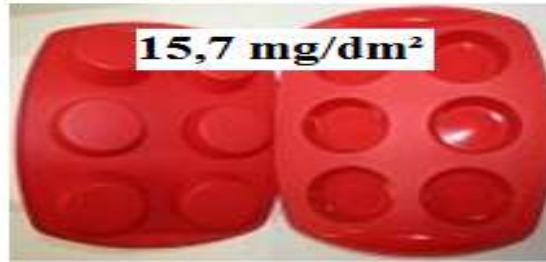
S-2-1



S-4-1



S-5-1



S-8-7



S-9-1



S-10-1

Şekil 4.33. GB-D3 ile yapılan toplam migrasyon analizinde 3. kullanım sonucu görsel olarak belirgin geçişlerin olduğu silikon numunelerin görselleri

4.2.2. Spesifik migrasyon analiz (metal migrasyonu) bulguları

4.2.2.1. Metal migrasyon analizleri için validasyon raporu

Niceliksel safsızlık analizleri gibi niceliksel analizleri içeren metotların validasyonuna uygun olarak (Çizelge 3.4), gıda benzerlerinden GB-B ve GB-D2'ye geçen metaller NMKL No:186 nolu standarda göre kısa ve uzun dönem laboratuvar içi çalışmaları sonucu her bir elemente ait elde edilen bulgular rapor halinde Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Metaller için ICP-MS'te yapılan validasyon çalışmaları raporu

Element	Validasyon parametreleri					
	Kalibrasyon noktaları (µg/L)	Korelasyon katsayısı karesi (R ²)	Ölçüm limiti (LOQ) (µg/L)	Tekrarlanabilirlik (%RSD)	Tekrar üretilebilirlik (%RSD)	Geri kazanım (%)
Sodyum (Na)	0-50000	≥0,99	400	2,0	5,8	105
Magnezyum (Mg)	0-50000		600	2,9	2,2	108
Potasyum (K)	0-50000		600	2,2	5,6	99
Kalsiyum (Ca)	0-50000		800	4,7	3,0	99
Çinko (Zn)	0-375		55	2,7	2,2	105
Silisyum (Si)	0-375		50	2,9	2,3	101
Titanyum (Ti)	0-375		10	2,8	2,1	109
Alüminyum (Al)	0-100		17	2,2	2,6	104
Demir (Fe)	0-50		6	6,3	8,8	97
Bakır (Cu)	0-50		3	1,8	2,2	96
Kalay (Sn)	0-50		4	2,5	5,3	96
Krom (Cr)	0-10		1	3,5	3,0	98
Mangan (Mn)	0-10		1	5,9	2,6	93
Kobalt (Co)	0-10		1	2,2	2,3	94
Arsenik (As)	0-10		1	4,1	2,1	87
Kadmiyum (Cd)	0-10		1	1,3	1,8	81
Baryum (Ba)	0-10		1	2,9	2,2	99
Platin (Pt)	0-10		1	2,6	2,1	98
Kurşun (Pb)	0-10		1	6,3	6,0	97

4.2.2.2. Plastik numunelerde metal migrasyon bulguları

Plastik numunelerde Si ve Pt hariç Çizelge 4.14'te yer alan elementlerden 17 adeti taranmıştır. Niceliksel olarak taranan bu elementlerden GB-B'de sadece Fe, Zn, Na, Al, Ca ve Mg elemetleri, GB-D2'de ise Zn, Na, Al, Mg, Ba, K ve Ti elementleri ölçüm limitinin üzerinde saptanabilmiştir. Elde edilen bulguların özeti Çizelge 4.15 ve 4.16'da, detaylı sonuçlar ise Ek 73 ile 84 arasında verilmiştir. Tespit edilen elementlerden herbir kullanıma ait en yüksek konsantarasyonu sahip olanlar ve ilgili düzenlemelerdeki karşılıkları ise Çizelge 4.17 ve 4.18'de özet olarak verilmiştir.

Metal migrasyon analizinde kullanılan gıda benzerlerinden sadece GB-B, aynı zamanda toplam migrasyonunda da kullanıldığı için toplam migrasyon ile geçen kalıntıların kaynağının (organik veya inorganik kalıntı) yorumlanabilmesi adına plastik numuneler için Çizelge 4.19 oluşturulmuştur.

Numunelerin bileşiminde var olan metallerin, gıda benzerlerine geçiş durumlarının görülebilmesi adına Çizelge 4.20'de WD-XRF ile ICP-MS analiz sonuçları birarada verilmiştir.

Numunelerden GB-B ve GB-D2'ye geçen toplam metal miktarları ile numunelerin gıda ile temas eden yüzeylerinin renkleri arasındaki ilişkinin belirlenebilmesi için Çizelge 4.21 ve 4.22 oluşturulmuştur.

Cizelge 4.15. Plastik numunelerden GB-B'ye geçen elementler

Numune kodu	Tekrar	GB-B'ye geçen elementler (mg/kg (6dm ²))						Diğerleri
		Fe	Zn	Na	Al	Ca	Mg	
P1-1	1	0,051	0,596	0,619	0,068	0,968	<LOQ	
	2	0,045	0,159	0,518	0,084	0,639		
	3	0,031	<LOQ	0,342	0,040	<LOQ		
P2-1	1	0,091	0,278	0,735	0,086	0,948	<LOQ	
	2	0,059	0,105	0,557	0,089	0,696		
	3	0,030	0,089	0,459	0,039	0,681		
P3-1	1	0,049	0,143	0,546	0,066	0,743	<LOQ	
	2	0,043	0,052	0,430	0,057	0,674		
	3	0,041	<LOQ	0,454	0,050	<LOQ		
P4-1	1	0,044	0,062	0,608	0,062	0,586	<LOQ	
	2	0,046	0,055	0,422	0,054	<LOQ		
	3	0,029	<LOQ	0,352	0,034			
P5-1	1	0,048	0,150	0,652	0,068	0,694	<LOQ	
	2	0,051	0,041	0,479	0,055	<LOQ		
	3	0,032	<LOQ	0,406	0,043			
P6-1	1	0,055	0,456	0,612	0,074	1,099	<LOQ	
	2	0,050	0,045	0,419	0,054	0,673		
	3	0,037	<LOQ	<LOQ	0,042	<LOQ		
P7-1	1	0,103	<LOQ	0,561	0,099	0,743	<LOQ	
	2	0,043		0,518	0,071	0,606		
	3	0,032		0,409	0,040	<LOQ		
P8-1	1	0,157	<LOQ	1,217	0,160	3,658	<LOQ	
	2	0,155		0,558	0,136	<LOQ		
	3	0,068		<LOQ	<LOQ	<LOQ		
P8-2	1	0,088	0,187	0,604	0,074	0,709	<LOQ	
	2	0,053	0,124	0,501	0,043	<LOQ		
	3	0,033	0,107	0,350	0,042			
P9-1	1	0,051	0,096	0,683	0,099	1,006	<LOQ	
	2	0,050	0,090	0,487	0,058	0,654		
	3	0,030	<LOQ	0,446	0,044	<LOQ		

Cizelge 4.15. Plastik numunelerden GB-B'ye geçen elementler (devam).

Numune kodu	Tekrar	GB-B'ye geçen elementler (mg/kg (6dm ²))						
		Fe	Zn	Na	Al	Ca	Mg	Diğerleri
P10-1	1	0,143	0,110	0,566	0,070	0,773	<LOQ	
	2	0,050	<LOQ	0,398	0,055	0,702		
	3	0,039		0,401	0,049	<LOQ		
P10-2	1	0,151	0,335	0,663	0,158	<LOQ		
	2	0,150	<LOQ		0,153			
	3	0,139		<LOQ				
P10-3	1	0,138	<LOQ		0,126	<LOQ	<LOQ	
	2	0,127	<LOQ					
	3	0,061						
P10-4	1	0,210	<LOQ		0,205	4,021	<LOQ	
	2	0,116			<LOQ			
	3	0,092						
P10-5	1	0,119	<LOQ					
	2	0,107	<LOQ					
	3	0,086	<LOQ					
P11-1	1	0,038	0,691	0,564	0,073	1,325	0,449	<LOQ
	2	0,031	<LOQ	0,521	0,048	0,900	<LOQ	
	3	0,030		<LOQ	0,039	0,850		
P12-1	1	0,051	0,053	0,523	0,068	0,612	<LOQ	
	2	0,047	0,052	0,464	0,063	0,611		
	3	0,041	<LOQ		0,053	<LOQ		
P13-1	1	0,076	0,179	0,623	0,083	1,341	0,530	
	2	0,050	0,045	0,498	0,054	1,156		
	3	0,047	<LOQ	0,314	0,052	0,601		
P14-1	1	0,093	0,197	0,591	0,097	0,885	<LOQ	
	2	0,062	0,105	0,548	0,075	0,803		
	3	0,048	<LOQ	0,493	0,048	0,543		
P15-1	1	0,070	0,236	0,432	0,057	0,857	<LOQ	
	2	0,060	0,046	0,323	0,060	0,724		
	3	0,048	<LOQ	0,300	0,051	0,638		

Çizelge 4.15. Plastik numunelerden GB-B'ye geçen elementler (devam).

Numune kodu	Tekrar	GB-B'ye geçen elementler (mg/kg (6dm ²))						
		Fe	Zn	Na	Al	Ca	Mg	Diğerleri
P16-1	1	0,125	<LOQ					
	2	0,114						
	3	0,097						
P17-1	1	0,082	0,420	0,568	0,091	1,040	<LOQ	
	2	0,048	0,072	0,548	0,051	0,549		
	3	0,034	0,053	0,336	0,050	<LOQ		
P18-1	1	0,073	<LOQ		0,073	<LOQ	<LOQ	
	2	0,076	<LOQ					
	3	0,078						
P19-1	1	0,350	0,251	<LOQ	0,151	<LOQ		
	2	0,137	<LOQ		0,142			
	3	0,087			0,101			
P19-2	1	0,055	0,364	0,548	0,053	0,810	<LOQ	
	2	0,058	0,077	0,514	0,063	0,789		
	3	0,054	<LOQ	0,472	0,067	0,611		
P20-1	1	0,319	0,251	<LOQ	0,145	<LOQ		
	2	0,138	<LOQ		0,138			
	3	0,137			0,110			
P21-1	1	0,219	<LOQ	0,647	0,179	3,104	<LOQ	
	2	0,201	<LOQ		0,156	<LOQ		
	3	0,111			0,112			
P22-1	1	0,134	0,450	<LOQ	0,083	<LOQ		
	2	0,097	<LOQ		0,089			
	3	0,098			0,100			
P22-2	1	0,110	<LOQ		0,094	2,661	<LOQ	
	2	0,077			0,071	<LOQ		
	3	0,072			<LOQ			

Çizelge 4.16. Plastik numunelerden GB-D2'ye geçen elementler.

Numune kodu	Tekrar	GB-D2'ye geçen elementler (mg/kg (6dm ²))							
		Na	Mg	Ba	Al	Zn	K	Ti	Diğerleri
P1-1	1	0,95	4,67	0,031	<LOQ				
	2	<LOQ							
	3	<LOQ							
P2-1	1	<LOQ							
	2	<LOQ							
	3	<LOQ							
P3-1	1	<LOQ		0,052	<LOQ				
	2	<LOQ							
	3	<LOQ							
P4-1	1	<LOQ							
	2	<LOQ							
	3	<LOQ							
P5-1	1	<LOQ							
	2	<LOQ	4,69	<LOQ					
	3	<LOQ	7,12	<LOQ	0,17	4,37	<LOQ		
P6-1	1	<LOQ		0,085	<LOQ				
	2	<LOQ		0,089	<LOQ				
	3	<LOQ	0,31	<LOQ		0,30	0,50	<LOQ	
P7-1	1	<LOQ	2,28	<LOQ					
	2	<LOQ		<LOQ					
	3	<LOQ		<LOQ					
P8-1	1	<LOQ		0,483	<LOQ				
	2	<LOQ		0,106	<LOQ				
	3	<LOQ		<LOQ	<LOQ				
P8-2	1	<LOQ	0,15	<LOQ					
	2	<LOQ							
	3	<LOQ							
P9-1	1	<LOQ	11,00	<LOQ		0,75	<LOQ		
	2	<LOQ							
	3	<LOQ							

Çizelge 4.16. Plastik numunelerden GB-D2'ye geçen elementler (devam).

Numune kodu	Tekrar	GB-D2'ye geçen elementler (mg/kg (6dm ²))							
		Na	Mg	Ba	Al	Zn	K	Ti	Diğerleri
P10-1	1	<LOQ					7,55	<LOQ	
	2	<LOQ							
	3	<LOQ							
P10-2	1	<LOQ				9,27	<LOQ		
	2	<LOQ							
	3	<LOQ							
P10-3	1	<LOQ	11,51	<LOQ					
	2		11,39	<LOQ					
	3		12,58	<LOQ	4,26	<LOQ			
P10-4	1	<LOQ				1,60	<LOQ		
	2	<LOQ							
	3	<LOQ							
P10-5	1	<LOQ							
	2	<LOQ							
	3	<LOQ							
P11-1	1	<LOQ							
	2	<LOQ							
	3	<LOQ							
P12-1	1	<LOQ					4,09	<LOQ	
	2	<LOQ							
	3	<LOQ							
P13-1	1	<LOQ							
	2	<LOQ							
	3	<LOQ							
P14-1	1	<LOQ	1,25	<LOQ					
	2	<LOQ							
	3	<LOQ							
P15-1	1	<LOQ	0,64	<LOQ					
	2		0,26	<LOQ					
	3	0,46	<LOQ	0,098	<LOQ				

Çizelge 4.16. Plastik numunelerden GB-D2'ye geçen elementler (devam).

Numune kodu	Tekrar	GB-D2'ye geçen elementler (mg/kg (6dm ²))							
		Na	Mg	Ba	Al	Zn	K	Ti	Diğerleri
P16-1	1	<LOQ	33,17	<LOQ					
	2	<LOQ							
	3								
P17-1	1	<LOQ	2,02	<LOQ			1,380	<LOQ	
	2	<LOQ							
	3								
P18-1	1	<LOQ							
	2								
	3								
P19-1	1	<LOQ	17,16	<LOQ					
	2		21,64						
	3		29,28	<LOQ			0,646	<LOQ	
P19-2	1	<LOQ		0,053	<LOQ	1,51	<LOQ		
	2	<LOQ							
	3								
P20-1	1	<LOQ							
	2								
	3								<LOQ
P21-1	1	<LOQ							
	2								
	3								<LOQ
P22-1	1	<LOQ	2,74	<LOQ		10,24	<LOQ		
	2	<LOQ							
	3								
P22-2	1	<LOQ				3,26	<LOQ		
	2	<LOQ							
	3								

Çizelge 4.17. Plastik numunelerden GB-B'ye geçen elementlerin herbir kullanımdaki en yüksek düzeylerinin ilgili düzenlemelerle karşılaştırılması

		Elementler (mg/kg(6dm ²))						
		Fe	Zn	Na	Al	Ca	Mg	Diğerleri
Kullanımlar	1.	0,35	0,691	1,22	0,2	4,021	0,5	<LOQ
	2.	0,2	0,159	0,56	0,16	1,156	<LOQ	<LOQ
	3.	0,14	0,107	0,49	0,11	0,85	<LOQ	<LOQ
Düzenlemeler	TGK 2013/34 Plastik Tebliği	48	25	--	--	--	--	--
	EDQM Metal Kılavuzu	40	5	--	5	--	--	--

Çizelge 4.18. Plastik numunelerden GB-D2'ye geçen elementlerin herbir kullanımdaki en yüksek düzeylerinin ilgili düzenlemelerle karşılaştırılması

		Elementler (mg/kg(6dm ²))							
		Na	Mg	Ba	Al	Zn	K	Ti	Diğerleri
Kullanımlar	1.	0,95	33,17	0,48	<LOQ	9,27	10,24	1,38	<LOQ
	2.	0,00	21,64	0,11	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	3.	0,46	29,28	0,10	0,17	5,75	0,50	0,65	<LOQ
Düzenlemeler	TGK 2013/34 Plastik Tebliği	--	--	1	--	25	--	--	--
	EDQM Metal Kılavuzu	--	--	--	5	5	--	--	--

Çizelge 4.19. Plastik numunelerden GB-B'ye geçen toplam ve metal migrasyon bulgularının karşılaştırılması (mg/dm²)

Migrasyon			Migrasyon			Migrasyon			Migrasyon			Migrasyon		
Numune kodu	Toplam	Metal	Numune kodu	Toplam	Metal	Numune kodu	Toplam	Metal	Numune kodu	Toplam	Metal	Numune kodu	Toplam	Metal
GB-B-P1-11	<LOD	0,38	GB-B-P7-11	<LOD	0,251	GB-B-P10-31	2,6	0,044	GB-B-P14-11	<LOD	0,31	GB-B-P19-21	<LOD	0,31
GB-B-P1-12	<LOD	0,24	GB-B-P7-12	<LOD	0,206	GB-B-P10-32	<LOD	0,021	GB-B-P14-12	<LOD	0,27	GB-B-P19-22	<LOD	0,25
GB-B-P1-13	<LOD	0,07	GB-B-P7-13	<LOD	0,080	GB-B-P10-33	<LOD	0,010	GB-B-P14-13	<LOD	0,19	GB-B-P19-23	<LOD	0,20
GB-B-P2-11	<LOD	0,36	GB-B-P8-11	2,1	0,865	GB-B-P10-41	1,7	0,739	GB-B-P15-11	<LOD	0,28	GB-B-P20-11	6,4	0,119
GB-B-P2-12	<LOD	0,25	GB-B-P8-12	<LOD	0,142	GB-B-P10-42	<LOD	0,019	GB-B-P15-12	<LOD	0,20	GB-B-P20-12	<LOD	0,046
GB-B-P2-13	<LOD	0,22	GB-B-P8-13	<LOD	0,011	GB-B-P10-43	<LOD	0,015	GB-B-P15-13	<LOD	0,17	GB-B-P20-13	<LOD	0,041
GB-B-P3-11	<LOD	0,26	GB-B-P8-21	<LOD	0,28	GB-B-P10-51	1,3	0,020	GB-B-P16-11	3,8	0,021	GB-B-P21-11	9	0,691
GB-B-P3-12	<LOD	0,21	GB-B-P8-22	<LOD	0,12	GB-B-P10-52	<LOD	0,018	GB-B-P16-12	<LOD	0,019	GB-B-P21-12	<LOD	0,059
GB-B-P3-13	<LOD	0,09	GB-B-P8-23	<LOD	0,09	GB-B-P10-53	<LOD	0,014	GB-B-P16-13	<LOD	0,016	GB-B-P21-13	<LOD	0,037
GB-B-P4-11	<LOD	0,23	GB-B-P9-11	<LOD	0,32	GB-B-P11-11	<LOD	0,52	GB-B-P17-11	<LOD	0,37	GB-B-P22-11	1,2	0,111
GB-B-P4-12	<LOD	0,10	GB-B-P9-12	<LOD	0,22	GB-B-P11-12	<LOD	0,25	GB-B-P17-12	<LOD	0,21	GB-B-P22-12	<LOD	0,031
GB-B-P4-13	<LOD	0,07	GB-B-P9-13	<LOD	0,09	GB-B-P11-13	<LOD	0,15	GB-B-P17-13	<LOD	0,08	GB-B-P22-13	<LOD	0,033
GB-B-P5-11	<LOD	0,27	GB-B-P10-11	<LOD	0,28	GB-B-P12-11	<LOD	0,22	GB-B-P18-11	<LOD	0,024	GB-B-P22-21	1,2	0,477
GB-B-P5-12	<LOD	0,10	GB-B-P10-12	<LOD	0,20	GB-B-P12-12	<LOD	0,21	GB-B-P18-12	<LOD	0,013	GB-B-P22-22	<LOD	0,025
GB-B-P5-13	<LOD	0,08	GB-B-P10-13	<LOD	0,08	GB-B-P12-13	<LOD	0,02	GB-B-P18-13	<LOD	0,013	GB-B-P22-23	<LOD	0,012
GB-B-P6-11	<LOD	0,38	GB-B-P10-21	1,7	0,218	GB-B-P13-11	<LOD	0,47	GB-B-P19-11	<LOD	0,125			
GB-B-P6-12	<LOD	0,21	GB-B-P10-22	<LOD	0,050	GB-B-P13-12	<LOD	0,30	GB-B-P19-12	<LOD	0,046			
GB-B-P6-13	<LOD	0,01	GB-B-P10-23	<LOD	0,023	GB-B-P13-13	<LOD	0,17	GB-B-P19-13	<LOD	0,031			

Çizelge 4.20. Plastik numunelerin bileşimindeki metallerin, gıda benzerlerine geçişlerinin karşılaştırılması (WD-XRF sonuçları numunenin bileşimindeki miktarı ICP-MS sonuçlarında ise gıda benzerlerine 3 kullanım toplamında geçen miktarı göstermektedir).

Elementler	P1-1			P2-1			P3-1			P4-1			P5-1		
	WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)	
	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2
K	1,48	<LOQ	<LOQ	1,55	<LOQ	<LOQ	1,55	<LOQ	<LOQ	1,45	<LOQ	<LOQ	1,68	<LOQ	<LOQ
Al	0,52	0,193	<LOQ	0,615	0,214	<LOQ	0,89	0,174	<LOQ	0,77	0,150	<LOQ	0,815	0,166	0,175
Ca	2,37	1,607	<LOQ	2,59	2,325	<LOQ	1,92	1,417	<LOQ	0,875	0,586	<LOQ	0,955	0,694	<LOQ
Fe	0,22	0,127	<LOQ	0,25	0,180	<LOQ	0,3	0,133	<LOQ	0,265	0,119	<LOQ	0,25	0,131	<LOQ

Elementler	P6-1			P7-1			P8-1			P8-2			P9-1		
	WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)	
	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2
K	1,565	<LOQ	0,502	1,565	<LOQ	<LOQ	1,54	<LOQ	<LOQ	1,63	<LOQ	<LOQ	1,595	<LOQ	<LOQ
Al	0,695	0,170	<LOQ	0,56	0,210	<LOQ	0,955	0,296	<LOQ	0,66	0,159	<LOQ	0,415	0,201	<LOQ
Ca	2,42	1,772	<LOQ	2,415	1,349	<LOQ	24,14	3,658	<LOQ	1,42	0,709	<LOQ	2,48	1,660	<LOQ
Fe	0,225	0,142	<LOQ	0,38	0,177	<LOQ	0,585	0,380	<LOQ	0,265	0,173	<LOQ	0,335	0,131	<LOQ

Elementler	P10-1			P10-2			P10-3			P10-4			P10-5		
	WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)	
	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2
K	10,57	<LOQ	7,549	1,57	<LOQ	<LOQ	1,835	<LOQ	<LOQ	1,615	<LOQ	<LOQ	0,74	<LOQ	<LOQ
Al	0,7	0,174	<LOQ	0,59	0,310	<LOQ	0,785	0,126	<LOQ	0,685	0,205	<LOQ	0,645	<LOQ	<LOQ
Ca	2,41	1,475	<LOQ	0,435	<LOQ	<LOQ	0,385	<LOQ	<LOQ	5,425	4,021	<LOQ	0,425	<LOQ	<LOQ
Fe	0,405	0,231	<LOQ	0,625	0,440	<LOQ	0,565	0,326	<LOQ	0,675	0,418	<LOQ	0,5	0,311	<LOQ

Çizelge 4.20. Plastik numunelerin bileşimindeki metallerin, gıda benzerlerine geçişlerinin karşılaştırılması (devam) (WD-XRF sonuçları numunenin bileşimindeki miktarı ICP-MS sonuçlarında ise gıda benzerlerine 3 kullanım toplamında geçen miktarı göstermektedir).

Elementler	P11-1			P12-1			P13-1			P14-1			P15-1		
	WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)	
	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2
K	1,455	<LOQ	<LOQ	6,685	<LOQ	4,094	1,565	<LOQ	<LOQ	1,42	<LOQ	<LOQ	1,505	<LOQ	<LOQ
Al	1,32	0,160	<LOQ	0,9	0,184	<LOQ	0,595	0,189	<LOQ	0,815	0,220	<LOQ	0,475	0,168	<LOQ
Ca	21,76	3,076	<LOQ	2,38	1,223	<LOQ	4,465	3,099	<LOQ	3,53	2,231	<LOQ	3,36	2,220	<LOQ
Fe	0,19	0,098	<LOQ	0,235	0,139	<LOQ	0,21	0,172	<LOQ	0,385	0,202	<LOQ	0,385	0,179	<LOQ

Elementler	P16-1			P17-1			P18-1			P19-1			P19-2		
	WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)	
	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2
K	1,47	<LOQ	<LOQ	1,785	<LOQ	<LOQ	1,55	<LOQ	<LOQ	1,515	<LOQ	<LOQ	1,985	<LOQ	1,508
Al	0,675	<LOQ	<LOQ	0,645	0,192	<LOQ	0,545	0,073	<LOQ	0,755	0,394	<LOQ	1,76	0,184	<LOQ
Ca	0,205	<LOQ	<LOQ	2,69	1,588	<LOQ	0,44	<LOQ	<LOQ	0,395	<LOQ	<LOQ	4,11	2,210	<LOQ
Fe	0,52	0,336	<LOQ	0,23	0,164	<LOQ	0,36	0,227	<LOQ	0,775	0,575	<LOQ	0,37	0,167	<LOQ

Elementler	P20-1			P21-1			P22-1			P22-2		
	WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)	
	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2
K	1,475	<LOQ	<LOQ	1,66	<LOQ	<LOQ	11,47	<LOQ	10,24	5,64	<LOQ	3,26
Al	0,565	0,394	<LOQ	0,67	0,446	<LOQ	0,54	0,271	<LOQ	0,765	0,165	<LOQ
Ca	0,42	<LOQ	<LOQ	4,465	3,104	<LOQ	0,89	<LOQ	<LOQ	3,845	2,661	<LOQ
Fe	0,89	0,594	<LOQ	0,84	0,531	<LOQ	0,495	0,329	<LOQ	0,23	0,259	<LOQ

Çizelge 4.21. Plastik numunelerden GB-B'ye geçen toplam metal miktarları ile numunelerin gıda ile temas eden yüzeylerinin renkleri arasındaki ilişki (Boş yazan hücrelerin altındaki numunelerde elementler tespit edilmemiştir).

	Fe	Zn	Na	Al	Ca	Mg
Aşağıya doğru toplam metal konsantrasyonu azalır	P20-1	P1-1	P8-1	P21-1	P10-4	P13-1
	P19-1	P11-1	P2-1	P20-1	P8-1	P11-1
	P21-1	P17-1	P14-1	P19-1	P21-1	BOŞ
	P10-2	P6-1	P9-1	P10-2	P13-1	P10-4
	P10-4	P2-1	P5-1	P8-1	P11-1	P8-1
	P8-1	P22-1	P19-2	P22-1	P22-2	P21-1
	P16-1	P19-2	P7-1	P14-1	P2-1	P22-2
	P22-1	P8-2	P1-1	P2-1	P14-1	P2-1
	P10-3	P10-2	P8-2	P7-1	P15-1	P14-1
	P10-5	P14-1	P17-1	P10-4	P19-2	P15-1
	P22-2	P15-1	P13-1	P9-1	P6-1	P19-2
	P10-1	P20-1	P3-1	P1-1	P9-1	P6-1
	P18-1	P19-1	P4-1	P17-1	P1-1	P9-1
	P14-1	P13-1	P10-1	P13-1	P17-1	P1-1
	P2-1	P3-1	P11-1	P12-1	P10-1	P17-1
	P15-1	P5-1	P15-1	P19-2	P3-1	P10-1
	P7-1	P9-1	P6-1	P3-1	P7-1	P3-1
	P8-2	P4-1	P12-1	P10-1	P12-1	P7-1
	P13-1	P10-1	P10-2	P6-1	P8-2	P12-1
	P19-2	P12-1	P21-1	P15-1	P5-1	P8-2
	P17-1	BOŞ	P22-1	P5-1	P4-1	P5-1
	P6-1	P8-1	BOŞ	P22-2	BOŞ	P4-1
	P12-1	P7-1	P20-1	P11-1	P20-1	P20-1
	P3-1	P21-1	P19-1	P8-2	P19-1	P19-1
	P9-1	P10-4	P10-4	P4-1	P10-2	P10-2
	P5-1	P22-2	P16-1	P10-3	P22-1	P22-1
	P1-1	P10-3	P10-3	P18-1	P10-3	P10-3
	P4-1	P18-1	P10-5	BOŞ	P18-1	P18-1
P11-1	P16-1	P22-2	P16-1	P16-1	P16-1	
	P10-5	P18-1	P10-5	P10-5	P10-5	

Çizelge 4.22. Plastik numunelerden GB-D2'ye geçen toplam metal miktarları ile numunelerin gıda ile temas eden yüzeylerinin renkleri arasındaki ilişki (Boş yazan hücrelerin altındaki numunelerde elementler tespit edilmemiştir).

	Na	Mg	Ba	Al	Zn	K	Ti
Aşağıya doğru toplam metal konsantrasyonu azalır	P1-1	P19-1	P8-1	P5-1	P10-2	P22-1	P17-1
	P15-1	P10-3	P6-1	BOŞ	P20-1	P10-1	P19-1
	BOŞ	P16-1	P15-1	P8-1	P5-1	P12-1	BOŞ
	P2-1	P5-1	P19-2	P6-1	P10-3	P22-2	P22-1
	P3-1	P9-1	P3-1	P15-1	P10-4	P19-2	P10-1
	P4-1	P21-1	P1-1	P19-2	P9-1	P6-1	P12-1
	P5-1	P1-1	BOŞ	P3-1	P6-1	BOŞ	P22-2
	P6-1	P22-1	P19-1	P1-1	BOŞ	P10-2	P19-2
	P7-1	P7-1	P10-3	P19-1	P8-1	P20-1	P6-1
	P8-1	P17-1	P16-1	P10-3	P15-1	P5-1	P10-2
	P8-2	P14-1	P5-1	P16-1	P19-2	P10-3	P20-1
	P9-1	P15-1	P9-1	P9-1	P3-1	P10-4	P5-1
	P10-1	P6-1	P21-1	P21-1	P1-1	P9-1	P10-3
	P10-2	P8-2	P22-1	P22-1	P19-1	P8-1	P10-4
	P10-3	BOŞ	P7-1	P7-1	P16-1	P15-1	P9-1
	P10-4	P2-1	P17-1	P17-1	P21-1	P3-1	P8-1
	P10-5	P3-1	P14-1	P14-1	P22-1	P1-1	P15-1
	P11-1	P4-1	P8-2	P8-2	P7-1	P19-1	P3-1
	P12-1	P8-1	P2-1	P2-1	P17-1	P16-1	P1-1
	P13-1	P10-1	P4-1	P4-1	P14-1	P21-1	P16-1
	P14-1	P10-2	P10-1	P10-1	P8-2	P7-1	P21-1
	P16-1	P10-4	P10-2	P10-2	P2-1	P17-1	P7-1
	P17-1	P10-5	P10-4	P10-4	P4-1	P14-1	P14-1
	P18-1	P11-1	P10-5	P10-5	P10-1	P8-2	P8-2
	P19-1	P12-1	P11-1	P11-1	P10-5	P2-1	P2-1
	P19-2	P13-1	P12-1	P12-1	P11-1	P4-1	P4-1
P20-1	P18-1	P13-1	P13-1	P12-1	P10-5	P10-5	
P21-1	P19-2	P18-1	P18-1	P13-1	P11-1	P11-1	
P22-1	P20-1	P20-1	P20-1	P18-1	P13-1	P13-1	
P22-2	P22-2	P22-2	P22-2	P22-2	P18-1	P18-1	

4.2.2.3. Silikon numunelerde metal migrasyon bulguları

Silikon numunelerde Çizelge 4.14'te yer alan elementlerin hepsi taranmıştır. Niceliksel olarak taranan bu elementlerden GB-B'de sadece Si, Fe, Zn, Na, Al, Ca, Mg ve Cu elementleri, GB-D2'de ise Si, Fe, Zn, Na, Al, Ca, Mg, Cu, Ba, Pb, K, Co, Mn, Ti, Cr, Sn ve Pt elementleri ölçüm limitinin üzerinde saptanabilmiştir. Elde edilen bulgular Çizelge 4.23 ve 4.24'te özet olarak verilmiştir. Detaylı sonuçlar Ek 85 ile 139 arasında verilmiştir. Tespit edilen elementlerden herbir kullanıma ait en yüksek konsantrasyonu sahip olanlar ve ilgili düzenlemelerdeki karşılıkları ise Çizelge 4.25 ve 4.26'da özet olarak verilmiştir.

Metal migrasyon analizinde kullanılan gıda benzerlerinden sadece GB-B, aynı zamanda toplam migrasyonunda da kullanıldığı için toplam migrasyon ile geçen kalıntıların kaynağının (organik veya inorganik kalıntı) yorumlanabilmesi adına silikon numuneler için Çizelge 4.27 oluşturulmuştur.

Numunelerin bileşiminde var olan metallerin, gıda benzerlerine geçiş durumlarının görülebilmesi adına Çizelge 4.28'de WD-XRF ile ICP-MS analiz sonuçları birarada verilmiştir.

Numunelerden GB-B ve GB-D2'ye geçen toplam metal miktarları ile numunelerin gıda ile temas eden yüzeylerinin renkleri arasındaki ilişkinin belirlenebilmesi için Çizelge 4.29 ve 4.30 oluşturulmuştur.

Çizelge 4.23. Silikon numunelerden GB-B'ye geçen elementler.

Numune kodu	Tekrar	GB-B'ye geçen elementler (mg/kg (6dm ²))								
		Si	Na	Mg	Ca	Fe	Al	Zn	Cu	Diğerleri
S1-1	1	3,31	0,85	1,80	3,96	0,027	0,403	0,080	<LOQ	
	2	1,50	0,61	0,94	1,74	0,022	0,145	0,069		
	3	1,23	0,29	0,60	1,29	0,019	0,116	0,029		
S2-1	1	1,30	0,55	0,95	2,23	0,029	0,180	0,037	<LOQ	
	2	0,87	0,53	0,78	1,34	0,021	0,111	<LOQ		
	3	0,51	0,29	0,49	1,15	<LOQ	0,099	<LOQ		
S3-1	1	2,83	0,26	0,54	1,29	0,008	0,063	0,014	<LOQ	
	2	1,16	0,25	0,49	0,98	0,007	0,050	0,013		
	3	0,81	0,15	0,24	0,52	0,005	0,048	<LOQ		
S3-2	1	3,28	0,23	<LOQ	0,41	0,012	0,029	0,040	<LOQ	
	2	2,51	0,67		0,39	0,016	0,103	0,033		
	3	1,41	0,69		0,52	0,020	0,119	0,026		
S3-3	1	2,97	0,24	<LOQ	0,69	0,009	0,025	0,025	<LOQ	
	2	2,31	0,62	0,44	0,93	0,015	0,119	0,041		
	3	1,43	0,68	0,47	0,98	0,019	0,144	0,062		
S3-4	1	3,03	0,28	<LOQ	0,41	0,009	0,030	0,029	<LOQ	
	2	2,09	0,63		0,59	0,017	0,111	0,025		
	3	1,94	0,68		0,72	0,018	0,132	<LOQ		
S4-1	1	0,73	0,88	0,64	0,48	0,061	0,310	0,049	0,004	<LOQ
	2	0,74	0,71	0,82	0,37	0,029	0,180	0,034	<LOQ	
	3	0,38	0,40	0,71	0,23	0,019	0,165	<LOQ		
S4-2	1	0,74	0,17	<LOQ	<LOQ	0,009	0,025	0,069	<LOQ	
	2	0,49	0,51		0,31	0,015	0,115	0,026		
	3	0,46	0,52		0,50	0,017	0,120	0,020		
S4-3	1	0,82	0,21	<LOQ	<LOQ	0,008	0,023	0,095	<LOQ	
	2	0,49	0,50		0,53	0,014	0,106	0,067		
	3	0,31	0,52		0,56	0,016	0,111	0,024		
S4-4	1	0,66	0,21	<LOQ	<LOQ	0,016	0,025	0,134	<LOQ	
	2	0,53	0,45		0,54	0,013	0,101	0,042		
	3	0,46	0,50		0,52	0,012	0,116	0,032		
S4-5	1	0,72	0,22	<LOQ	0,30	0,016	0,025	0,101	<LOQ	
	2	0,50	0,51		0,31	0,015	0,110	0,032		
	3	0,22	0,52		0,37	0,008	0,123	0,024		

Çizelge 4.23. Silikon numunelerden GB-B'ye geçen elementler (devam).

Numune kodu	Tekrar	GB-B'ye geçen elementler (mg/kg (6dm ²))								
		Si	Na	Mg	Ca	Fe	Al	Zn	Cu	Diğerleri
S5-1	1	0,74	0,56	0,59	0,89	0,037	0,189	<LOQ	0,0025	<LOQ
	2	0,42	0,55	0,44	0,57	0,026	0,127	0,022	<LOQ	
	3	0,10	0,34	0,34	0,55	0,023	0,123	0,028		
S6-1	1	1,99	0,32	0,63	1,45	0,015	0,100	0,017	<LOQ	
	2	1,64	0,30	0,59	1,20	0,014	0,070	0,016		
	3	1,55	0,19	0,32	0,76	0,010	0,061	0,016		
S7-1	1	0,98	0,19	<LOQ	<LOQ	0,022	0,063	0,020	<LOQ	
	2	1,14	0,20		0,25	0,014	0,034	0,023		
	3	2,84	0,31		0,40	0,014	0,027	0,047		
S7-2	1	0,97	0,18	<LOQ	0,41	0,022	0,068	0,053	<LOQ	
	2	1,10	0,19		0,29	0,012	0,033	0,042		
	3	1,72	0,27		<LOQ	0,012	0,030	0,025		
S7-3	1	1,08	0,16	<LOQ	<LOQ	0,023	0,055	0,043	0,0024	<LOQ
	2	1,35	0,22		0,34	0,017	0,027	0,028	<LOQ	
	3	1,98	0,33		0,36	0,010	0,022	0,031		
S8-1	1	1,32	0,39	<LOQ	<LOQ	0,040	0,074	0,058	<LOQ	
	2	1,60	0,53		0,55	0,033	0,045	<LOQ		
	3	2,46	0,85		0,82	0,032	0,044			
S8-2	1	1,38	0,42	<LOQ	0,40	0,028	0,086	0,060	0,0045	<LOQ
	2	1,41	0,49		0,44	0,031	0,051	0,034	0,0036	
	3	2,03	0,83		0,56	0,038	0,030	0,030	<LOQ	
S8-3	1	1,32	0,41	<LOQ	<LOQ	0,056	0,094	<LOQ	<LOQ	
	2	1,57	0,54		0,60	0,033	0,034	0,028		
	3	2,28	0,91		0,82	0,026	0,037	0,035		
S8-4	1	0,52	0,31	<LOQ	<LOQ	0,049	0,109	0,045	<LOQ	
	2	1,40	0,54		0,55	0,039	0,052	0,038		
	3	2,11	0,85		0,61	0,021	0,031	<LOQ		

Çizelge 4.23. Silikon numunelerden GB-B'ye geçen elementler (devam).

		GB-B'ye geçen elementler (mg/kg (6dm ²))								
Numune kodu	Tekrar	Si	Na	Mg	Ca	Fe	Al	Zn	Cu	Diğerleri
S8-5	1	1,28	0,40	<LOQ	<LOQ	0,045	0,087	0,067	<LOQ	<LOQ
	2	1,29	0,52		0,59	0,028	0,040			
	3	2,22	0,73		0,76	0,024	0,028			
S8-6	1	1,37	0,47	<LOQ	<LOQ	0,041	0,102	0,077	<LOQ	<LOQ
	2	1,41	0,56		0,61	0,032	0,042	0,038		
	3	2,15	0,91		0,82	0,027	0,036	0,028		
S8-7	1	2,27	0,74	1,01	2,03	0,035	0,222	0,072	<LOQ	<LOQ
	2	2,19	0,45	0,62	1,80	0,012	0,137	0,026		
	3	2,08	0,25	0,55	1,15	0,010	0,124	<LOQ		
S9-1	1	3,04	0,75	1,18	2,33	0,047	0,495	0,065	<LOQ	<LOQ
	2	2,07	0,58	1,13	1,88	0,033	0,255	0,043		
	3	0,83	0,44	0,89	1,00	0,013	0,170	0,041		
S10-1	1	1,70	0,83	0,76	1,13	0,080	0,533	0,057	<LOQ	<LOQ
	2	1,38	0,69	0,47	1,05	0,033	0,226	<LOQ		
	3	1,17	0,36	<LOQ	0,60	0,021	0,179			
S11-1	1	1,16	0,25	<LOQ	<LOQ	0,038	0,183	0,117	<LOQ	<LOQ
	2	1,65	0,32	<LOQ	0,49	0,021	0,040	0,065		
	3	2,09	0,68	0,60	1,05	0,016	0,031	0,046		
S11-2	1	1,02	0,24	<LOQ		0,040	0,155	0,113	<LOQ	<LOQ
	2	1,92	0,32			0,015	0,122	0,090		
	3	2,29	0,70	0,56	0,87	0,013	0,032	0,082		
S11-3	1	1,04	0,25	<LOQ	0,90	0,037	0,149	0,139	<LOQ	<LOQ
	2	1,65	0,31		0,89	0,024	0,036	0,051		
	3	2,70	0,68	0,62	<LOQ	0,017	0,029	0,048		

Çizelge 4.24. Silikon numunelerden GB-D2'ye geçen elementler.

Numune kodu	Tekrar	GB-D2'ye geçen elementler (mg/kg (6dm ²))																	
		Si	Mg	Ca	Fe	Al	Ba	Pb	K	Co	Mn	Ti	Cr	Sn	Cu	Zn	Na	Pt	Diğerleri
S1-1	1	81,6	0,75	12,0	<LOQ	1,06	<LOQ	0,015	<LOQ										
	2	185,0	<LOQ				<LOQ	<LOQ											
	3	289,6	<LOQ				0,064	<LOQ	<LOQ										
S2-1	1	114,8	<LOQ	4,67	<LOQ	0,014	<LOQ	0,036	0,017	0,033	<LOQ								
	2	229,0		2,36	<LOQ		0,004	0,004	0,013	<LOQ									
	3	253,9		1,23	<LOQ		<LOQ												
S3-1	1	69,7	<LOQ				0,019	<LOQ			0,003	0,003	0,007	<LOQ	0,067	<LOQ			
	2	91,2	<LOQ				0,009	<LOQ			<LOQ			<LOQ	<LOQ	<LOQ			
	3	98,7	<LOQ				<LOQ	<LOQ			<LOQ			0,003	<LOQ	<LOQ			
S3-2	1	128,3	<LOQ	2,79	3,22	0,029	0,106	<LOQ			0,016	0,004	0,093	<LOQ	<LOQ				
	2	140,9		<LOQ		0,005	0,063	<LOQ			<LOQ			0,006	<LOQ	<LOQ			
	3	155,6		<LOQ		0,003	<LOQ												
S3-3	1	142,6	<LOQ				0,019	<LOQ				0,008	<LOQ	0,161	<LOQ				
	2	165,9	<LOQ				<LOQ												
	3	185,6	<LOQ				<LOQ												
S3-4	1	142,8	<LOQ	31,1	0,23	<LOQ	0,217	<LOQ	0,051	0,095	0,036	<LOQ	<LOQ						
	2	149,8	<LOQ	3,04	<LOQ														
	3	171,8		<LOQ	<LOQ														

Çizelge 4.24. Silikon numunelerden GB-D2'ye geçen elementler (devam).

		GB-D2'ye geçen elementler (mg/kg (6dm ²))																	
Numune kodu	Tekrar	Si	Mg	Ca	Fe	Al	Ba	Pb	K	Co	Mn	Ti	Cr	Sn	Cu	Zn	Na	Pt	Diğerleri
S4-1	1	75,9	<LOQ	14,4	<LOQ	<LOQ	0,016	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,047	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	2	204,9		5,6			0,044					0,013							
	3	237,1		<LOQ			<LOQ					<LOQ							
S4-2	1	118,0	3,67	30,5	7,87	<LOQ	0,013	0,050	<LOQ	0,088	<LOQ	<LOQ	0,176	6,23	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	2	95,9	0,58	<LOQ							0,008	0,018	<LOQ	0,45					
	3	92,5	<LOQ			1,69	<LOQ				0,100	0,042	<LOQ	<LOQ					
S4-3	1	112,8	0,97	17,8	1,74	1,34	0,021	0,008	<LOQ	0,020	0,022	<LOQ				0,42	<LOQ		
	2	151,0	<LOQ				0,022	<LOQ			0,012	<LOQ							
	3	229,0	<LOQ							<LOQ									
S4-4	1	121,9	<LOQ	2,24	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,022	0,015	<LOQ	0,066	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	2	192,0		3,22								0,016	0,027	0,010	<LOQ				
	3	209,0		<LOQ								0,018	<LOQ						
S4-5	1	105,9	<LOQ	1,88	0,025	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,029	0,012	<LOQ	0,008	<LOQ	0,021	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	2	156,7	<LOQ		<LOQ					0,029	<LOQ			0,016					
	3	172,1	1,66	<LOQ							<LOQ	<LOQ							
S5-1	1	97,7	<LOQ	<LOQ	2,95	<LOQ	0,011	<LOQ			0,020	<LOQ	0,037	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	2	149,3		4,5	<LOQ							<LOQ	0,029						
	3	219,8		0,82	6,7	<LOQ	2,28	<LOQ			0,012	<LOQ	0,029						
S6-1	1	105,6	0,27	4,2	<LOQ	0,50	<LOQ											<LOQ	
	2	113,4	0,57	<LOQ			<LOQ												
	3	131,9	<LOQ		0,27	<LOQ				0,025	0,006	<LOQ							

Çizelge 4.24. Silikon numunelerden GB-D2'ye geçen elementler (devam).

Numune kodu	Tekrar	GB-D2'ye geçen elementler (mg/kg (6dm ²))																	
		Si	Mg	Ca	Fe	Al	Ba	Pb	K	Co	Mn	Ti	Cr	Sn	Cu	Zn	Na	Pt	Diğerleri
S7-1	1	114,1	<LOQ				0,065	<LOQ			0,004	<LOQ			0,012	<LOQ			
	2	152,8	<LOQ				<LOQ			<LOQ			<LOQ			<LOQ			
	3	152,3	<LOQ				<LOQ			0,008	<LOQ	0,006	<LOQ			<LOQ			
S7-2	1	115,5	0,54	4,8	0,55	0,86	<LOQ			0,010	<LOQ			<LOQ					
	2	155,8	<LOQ	7,1	<LOQ	0,43	<LOQ			<LOQ	0,005	0,011	<LOQ			<LOQ			
	3	186,1	<LOQ				0,23	<LOQ			0,041	0,015	<LOQ			<LOQ			
S7-3	1	127,3	<LOQ		3,98	<LOQ			0,103	<LOQ	0,005	<LOQ		1,48	<LOQ				
	2	128,5	<LOQ		2,72	<LOQ			0,005	0,053	0,013	<LOQ		<LOQ	<LOQ				
	3	139,8	0,33	6,4	<LOQ	1,32	0,017	<LOQ			0,086	0,015	<LOQ	0,137	<LOQ				
S8-1	1	119,6	0,79	3,5	<LOQ	1,79	<LOQ			0,015	0,012	<LOQ		0,209	<LOQ				
	2	165,9	<LOQ				<LOQ			0,013	<LOQ		0,071	<LOQ					
	3	169,5	<LOQ				<LOQ			0,021	<LOQ		0,026	<LOQ					
S8-2	1	107,2	<LOQ	4,3	0,58	<LOQ			0,073	0,030	<LOQ								
	2	114,2	<LOQ				<LOQ			0,021	0,026	<LOQ							
	3	130,5	<LOQ				<LOQ			<LOQ									
S8-3	1	114,9	<LOQ	16,4	<LOQ	0,74	0,044	<LOQ			<LOQ	0,011	<LOQ			<LOQ			
	2	129,2	<LOQ		<LOQ	<LOQ	0,038	<LOQ			<LOQ		<LOQ			<LOQ			
	3	186,1	<LOQ		1,17	<LOQ	0,019	<LOQ			0,044	<LOQ	0,105	0,014	0,058	<LOQ	<LOQ		
S8-4	1	104,8	<LOQ		2,76	<LOQ			0,052	0,009	<LOQ	0,007	0,682	<LOQ					
	2	126,8	<LOQ		4,86	<LOQ			0,037	<LOQ			<LOQ						
	3	146,3	<LOQ		<LOQ	<LOQ			<LOQ		0,103	<LOQ			<LOQ				

Çizelge 4.24. Silikon numunelerden GB-D2'ye geçen elementler (devam).

Numune kodu	Tekrar	GB-D2'ye geçen elementler (mg/kg (6dm ²))																	
		Si	Mg	Ca	Fe	Al	Ba	Pb	K	Co	Mn	Ti	Cr	Sn	Cu	Zn	Na	Pt	Diğerleri
S8-5	1	99,9	<LOQ				<LOQ			0,041	<LOQ			0,133	<LOQ		<LOQ		
	2	115,1	<LOQ				<LOQ			<LOQ	0,022	<LOQ			<LOQ		<LOQ		
	3	193,3	1,21	<LOQ		2,10	0,019	<LOQ			<LOQ	0,033	0,030	<LOQ			1,25	<LOQ	
S8-6	1	85,4	<LOQ		0,70	<LOQ	0,007	<LOQ			<LOQ	0,007	<LOQ	0,171	0,13	<LOQ		<LOQ	
	2	112,7	<LOQ		<LOQ		0,016	<LOQ			<LOQ	0,065	0,007	<LOQ	0,014	<LOQ	<LOQ		
	3	229,3	<LOQ		<LOQ		0,018	<LOQ			<LOQ	0,115	0,013	<LOQ			<LOQ		
S8-7	1	87,0	<LOQ		1,77	<LOQ			0,035	<LOQ			0,135	<LOQ		<LOQ			
	2	153,0	<LOQ	5,8	0,53	<LOQ			0,005	<LOQ	0,025	<LOQ	0,021	<LOQ		<LOQ			
	3	159,5	1,30	20,2	<LOQ	2,91	<LOQ	0,55	<LOQ	0,109	0,034	0,058	<LOQ		2,34	<LOQ			
S9-1	1	107,1	<LOQ		0,39	<LOQ	<LOQ			0,128	<LOQ	0,128	<LOQ		<LOQ				
	2	290,8	<LOQ		<LOQ	<LOQ	<LOQ			<LOQ	0,093	<LOQ	<LOQ		<LOQ				
	3	316,4	2,00	5,4	<LOQ	2,21	<LOQ			<LOQ	0,043	<LOQ			0,79	<LOQ			
S10-1	1	157,0	<LOQ					1,55	<LOQ					0,18	<LOQ				
	2	218,9	<LOQ					<LOQ	<LOQ					<LOQ	<LOQ				
	3	262,1	<LOQ					<LOQ	<LOQ					<LOQ	<LOQ				
S11-1	1	131,6	<LOQ		3,42	<LOQ	0,011	0,021	<LOQ	0,276	<LOQ	0,287	<LOQ		1,55	<LOQ			
	2	165,4	<LOQ		0,16	<LOQ	<LOQ			0,009	<LOQ	0,007	<LOQ	0,066	<LOQ	<LOQ			
	3	230,3	<LOQ		<LOQ	1,38	<LOQ			<LOQ	0,014	<LOQ		0,109	<LOQ	<LOQ			
S11-2	1	135,7	<LOQ		<LOQ		0,030	0,141	<LOQ		<LOQ		<LOQ		0,101	<LOQ			
	2	132,2	<LOQ		3,93	<LOQ	0,046	<LOQ	<LOQ		0,015	0,005	<LOQ		<LOQ	<LOQ			
	3	156,3	1,26	<LOQ	3,65	4,30	<LOQ		<LOQ	0,036	0,008	<LOQ		<LOQ	<LOQ				
S11-3	1	114,5	<LOQ		0,98	<LOQ	0,121	<LOQ	0,076	<LOQ					0,42	<LOQ			
	2	125,2	<LOQ		<LOQ											<LOQ			
	3	220,1	<LOQ		<LOQ											<LOQ			

Çizelge 4.25. Silikon numunelerden GB-B'ye geçen elementlerin herbir kullanımdaki en yüksek düzeylerinin ilgili düzenlemelerle karşılaştırılması

		Elementler (mg/kg(6dm ²))									
		Si	Na	Mg	Ca	Fe	Al	Zn	Cu	Diğerleri	
Kullanımlar	1.	3,31	0,88	1,80	3,96	0,08	0,53	0,14	0,004	<LOQ	
	2.	2,51	0,71	1,13	1,88	0,04	0,26	0,09	0,004	<LOQ	
	3.	2,84	0,91	0,89	1,29	0,04	0,18	0,08	<LOQ	<LOQ	
Düzenlemeler	TGK 2013/34 Plastik Tebliği	--	--	--	--	48	--	25	5	--	
	EDQM Metal Kılavuzu	--	--	--	--	40	5	5	4	--	
	CoE Silikon Kılavuzu	--	--	--	--	--	1	1	--	--	

Çizelge 4.26. Silikon numunelerden GB-D2'ye geçen elementlerin herbir kullanımdaki en yüksek düzeylerinin ilgili düzenlemelerle karşılaştırılması

		Elementler (mg/kg(6dm ²))																	
		Si	Mg	Ca	Fe	Al	Ba	Pb	K	Co	Mn	Ti	Cr	Sn	Cu	Zn	Na	Pt	Diğerleri
Kullanımlar	1.	157,02	3,67	31,07	7,87	3,22	0,04	0,22	1,55	0,03	0,28	0,10	0,29	0,09	0,68	6,23	0,42	0,02	<LOQ
	2.	290,77	0,58	7,09	4,86	0,43	0,04	0,06	0,004	0,004	0,04	0,09	0,02	0,01	0,07	0,45	<LOQ	0,03	<LOQ
	3.	316,45	2,00	20,18	3,65	4,30	0,06	<LOQ	0,55	<LOQ	0,04	0,12	0,11	0,06	0,14	0,79	2,34	0,03	<LOQ
Düzenlemeler	TGK 2013/34 Plastik Tebliği	--	--	--	48	--	1	--	--	0,05	0,6	--	--	--	5	25	--	--	--
	EDQM Metal Kılavuzu	--	--	--	40	5	--	0,01	--	0,02	1,8	--	0,25	100	4	5	--	--	--
	CoE Silikon Kılavuzu	--	--	--	--	1	--	--	--	--	0,6	--	--	0,02	--	1	--	--	--
	BfR Silikon Kılavuzu	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	50	--

Çizelge 4.27. Silikon numunelerden GB-B'ye geçen toplam ve metal migrasyon bulgularının karşılaştırılması (mg/dm²)

Numune kodu	Toplam	Metal	Numune kodu	Toplam	Metal	Numune kodu	Toplam	Metal	Numune kodu	Toplam	Metal	Numune kodu	Toplam	Metal
GB-B-S1-11	5,5	1,74	GB-B-S4-11	<LOD	0,53	GB-B-S6-11	<LOD	0,75	GB-B-S8-31	<LOD	0,31	GB-B-S10-11	<LOD	0,85
GB-B-S1-12	<LOD	0,84	GB-B-S4-12	<LOD	0,48	GB-B-S6-12	<LOD	0,64	GB-B-S8-32	<LOD	0,47	GB-B-S10-12	<LOD	0,64
GB-B-S1-13	<LOD	0,60	GB-B-S4-13	<LOD	0,32	GB-B-S6-13	<LOD	0,48	GB-B-S8-33	<LOD	0,68	GB-B-S10-13	<LOD	0,39
GB-B-S2-11	<LOD	0,88	GB-B-S4-21	3,4	0,17	GB-B-S7-11	<LOD	0,21	GB-B-S8-41	<LOD	0,17	GB-B-S11-11	<LOD	0,29
GB-B-S2-12	<LOD	0,61	GB-B-S4-22	<LOD	0,25	GB-B-S7-12	<LOD	0,28	GB-B-S8-42	<LOD	0,44	GB-B-S11-12	<LOD	0,43
GB-B-S2-13	<LOD	0,42	GB-B-S4-23	<LOD	0,27	GB-B-S7-13	<LOD	0,61	GB-B-S8-43	<LOD	0,60	GB-B-S11-13	<LOD	0,75
GB-B-S3-11	<LOD	0,83	GB-B-S4-31	9,2	0,19	GB-B-S7-21	<LOD	0,28	GB-B-S8-51	<LOD	0,31	GB-B-S11-21	<LOD	0,26
GB-B-S3-12	<LOD	0,49	GB-B-S4-32	<LOD	0,28	GB-B-S7-22	<LOD	0,28	GB-B-S8-52	<LOD	0,41	GB-B-S11-22	<LOD	0,41
GB-B-S3-13	<LOD	0,30	GB-B-S4-33	<LOD	0,25	GB-B-S7-23	<LOD	0,34	GB-B-S8-53	<LOD	0,63	GB-B-S11-23	<LOD	0,76
GB-B-S3-21	<LOD	0,67	GB-B-S4-41	5,3	0,17	GB-B-S7-31	<LOD	0,23	GB-B-S8-61	<LOD	0,34	GB-B-S11-31	<LOD	0,42
GB-B-S3-22	<LOD	0,62	GB-B-S4-42	<LOD	0,28	GB-B-S7-32	<LOD	0,33	GB-B-S8-62	<LOD	0,45	GB-B-S11-32	<LOD	0,49
GB-B-S3-23	<LOD	0,46	GB-B-S4-43	<LOD	0,27	GB-B-S7-33	<LOD	0,46	GB-B-S8-63	<LOD	0,66	GB-B-S11-33	<LOD	0,68
GB-B-S3-31	<LOD	0,66	GB-B-S4-51	2,4	0,23	GB-B-S8-11	1,1	0,31	GB-B-S8-71	<LOD	1,06			
GB-B-S3-32	<LOD	0,75	GB-B-S4-52	<LOD	0,25	GB-B-S8-12	<LOD	0,46	GB-B-S8-72	<LOD	0,87			
GB-B-S3-33	<LOD	0,63	GB-B-S4-53	<LOD	0,21	GB-B-S8-13	<LOD	0,70	GB-B-S8-73	<LOD	0,69			
GB-B-S3-41	<LOD	0,63	GB-B-S5-11	<LOD	0,50	GB-B-S8-21	1,4	0,40	GB-B-S9-11	<LOD	1,32			
GB-B-S3-42	<LOD	0,58	GB-B-S5-12	<LOD	0,36	GB-B-S8-22	<LOD	0,41	GB-B-S9-12	<LOD	1,00			
GB-B-S3-43	<LOD	0,58	GB-B-S5-13	<LOD	0,25	GB-B-S8-23	<LOD	0,58	GB-B-S9-13	<LOD	0,56			

Çizelge 4.28. Silikon numunelerin bileşimindeki metallerin, gıda benzerlerine geçişlerinin karşılaştırılması (WD-XRF sonuçları numunenin bileşimindeki miktarı, ICP-MS sonuçlarında ise gıda benzerlerine 3 kullanım toplamında geçen miktarı göstermektedir).

Elementler	S1-1			S2-1			S3-1			S3-2			S3-3		
	WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)	
	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2
Si	9955,00	6,04	556,16	9885,22	2,68	597,67	9872,38	4,79	259,58	9911,47	7,20	424,82	9899,91	6,72	494,07
K	13,19	<LOQ	<LOQ	14,85	<LOQ	0,04	18,70	<LOQ	<LOQ	16,19	<LOQ	<LOQ	15,40	<LOQ	<LOQ
Ca	17,36	6,99	12,03	47,48	4,72	<LOQ	22,99	2,79	<LOQ	9,72	1,32	<LOQ	7,74	2,61	<LOQ
Ti	5,56	<LOQ	<LOQ	20,56	<LOQ	<LOQ	12,56	<LOQ	0,00	13,99	<LOQ	0,02	21,36	<LOQ	<LOQ
Zn	3,43	0,18	<LOQ	<LOD	0,04	<LOQ	5,21	0,03	<LOQ	4,09	0,10	<LOQ	4,21	0,13	<LOQ
Al	2,79	0,66	1,06	2,95	0,39	<LOQ	17,47	0,16	<LOQ	9,55	0,25	3,22	9,33	0,29	<LOQ
Fe	2,49	0,07	<LOQ	9,85	0,05	8,26	6,82	0,02	<LOQ	4,24	0,05	2,79	5,08	0,04	<LOQ
Na	<LOD	1,75	<LOQ	<LOD	1,36	<LOQ	17,24	0,66	<LOQ	11,63	1,59	<LOQ	10,27	1,54	<LOQ
Cu	<LOD	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOQ

Elementler	S3-4			S4-1			S4-2			S4-3			S4-4		
	WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)	
	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2
Si	9872,57	7,06	464,46	9910,78	1,86	517,82	9910,68	1,69	306,41	9927,00	1,62	492,80	9938,51	1,65	522,95
K	14,25	<LOQ	<LOQ	15,66	<LOQ	<LOQ	13,43	<LOQ	<LOQ	14,50	<LOQ	<LOQ	14,64	<LOQ	<LOQ
Ca	40,90	1,72	31,07	34,89	1,07	20,05	42,39	0,81	30,50	24,63	1,08	17,82	10,13	1,06	5,46
Ti	39,40	<LOQ	0,10	21,68	<LOQ	0,06	9,86	<LOQ	0,11	22,23	<LOQ	0,03	9,88	<LOQ	0,05
Zn	3,91	0,05	<LOQ	2,47	0,08	<LOQ	10,24	0,12	6,68	5,24	0,19	<LOQ	7,70	0,21	0,07
Al	10,93	0,27	<LOQ	4,11	0,65	<LOQ	3,31	0,26	1,69	3,24	0,24	1,34	3,73	0,24	<LOQ
Fe	5,57	0,04	3,27	10,37	0,11	<LOQ	9,18	0,04	7,87	3,14	0,04	1,74	3,23	0,04	<LOQ
Na	10,82	1,59	<LOQ	<LOD	1,99	<LOQ	<LOD	1,20	<LOQ	<LOD	1,22	0,42	<LOD	1,16	<LOQ
Cu	<LOD	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOQ

Çizelge 4.28. Silikon numunelerin bileşimindeki metallerin, gıda benzerlerine geçişlerinin karşılaştırılması (devam) (WD-XRF sonuçları numunenin bileşimindeki miktarı, ICP-MS sonuçlarında ise gıda benzerlerine 3 kullanım toplamında geçen miktarı göstermektedir).

Elementler	S4-5			S5-1			S6-1			S7-1			S7-2		
	WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)	
	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2
Si	9927,68	1,43	434,69	9887,65	1,25	466,74	9915,48	5,18	350,95	9919,38	4,97	419,24	9920,13	3,78	457,46
K	14,02	<LOQ	<LOQ	15,12	<LOQ	<LOQ	15,26	<LOQ	<LOQ	13,21	<LOQ	<LOQ	14,19	<LOQ	0,23
Ca	3,98	0,98	1,88	15,05	2,01	11,24	8,72	3,40	4,15	6,39	0,65	<LOQ	16,77	0,70	11,85
Ti	34,40	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOQ	0,01	11,07	<LOQ	0,03	13,81	<LOQ	0,004	18,86	<LOQ	0,05
Zn	5,69	0,16	0,04	<LOD	0,05	<LOQ	9,01	0,05	<LOQ	7,74	0,09	0,01	8,16	0,12	<LOQ
Al	3,21	0,26	<LOQ	5,28	0,44	2,28	10,59	0,23	0,50	10,08	0,12	<LOQ	8,68	0,13	1,30
Fe	3,50	0,04	0,02	46,53	0,09	2,95	5,66	0,04	0,27	5,63	0,05	<LOQ	5,90	0,05	0,55
Na	<LOD	1,25	<LOQ	<LOD	1,44	<LOQ	9,90	0,81	<LOQ	6,59	0,70	<LOQ	7,12	0,63	<LOQ
Cu	<LOD	<LOQ	<LOQ	6,82	0,003	<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOQ

Elementler	S7-3			S8-1			S8-2			S8-3			S8-4		
	WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)	
	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2
Si	9898,96	4,41	395,58	9911,33	5,37	454,98	9907,93	4,82	351,96	9879,82	5,17	430,25	9911,06	4,03	377,89
K	13,86	<LOQ	<LOQ	17,29	<LOQ	<LOQ	14,72	<LOQ	<LOQ	16,34	<LOQ	<LOQ	15,61	<LOQ	<LOQ
Ca	10,28	0,70	6,38	9,00	1,37	3,46	9,80	1,39	4,30	19,86	1,42	16,42	10,70	1,16	<LOQ
Ti	25,12	<LOQ	0,14	17,62	<LOQ	0,05	20,75	<LOQ	0,06	<LOD	<LOQ	0,01	10,98	<LOQ	0,01
Zn	8,22	0,10	1,48	3,08	0,06	<LOQ	3,25	0,12	<LOQ	4,62	0,06	<LOQ	3,49	0,08	<LOQ
Al	14,70	0,10	1,32	12,08	0,16	1,79	15,04	0,17	<LOQ	12,61	0,17	0,74	15,24	0,19	<LOQ
Fe	9,41	0,05	6,69	6,31	0,10	<LOQ	5,14	0,10	0,58	5,60	0,11	1,17	10,45	0,11	7,63
Na	10,26	0,72	<LOQ	14,07	1,77	<LOQ	11,07	1,74	<LOQ	8,47	1,86	<LOQ	9,16	1,70	<LOQ
Cu	<LOD	0,002	0,14	<LOD	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOQ

Çizelge 4.28. Silikon numunelerin bileşimindeki metallerin, gıda benzerlerine geçişlerinin karşılaştırılması (devam) (WD-XRF sonuçları numunenin bileşimindeki miktarı, ICP-MS sonuçlarında ise gıda benzerlerine 3 kullanım toplamında geçen miktarı göstermektedir).

Elementler	S8-5			S8-6			S8-7			S9-1		
	WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)	
	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2
Si	9905,60	4,78	408,26	9919,21	4,93	427,41	9910,55	6,55	399,51	9854,77	5,94	714,34
K	14,29	<LOQ	<LOQ	14,31	<LOQ	<LOQ	13,81	<LOQ	0,55	14,83	<LOQ	<LOQ
Ca	9,36	1,35	<LOQ	8,77	1,43	<LOQ	27,44	4,98	25,95	6,98	5,21	5,37
Ti	20,43	<LOQ	0,05	13,74	<LOQ	0,18	6,95	<LOQ	0,11	105,77	<LOQ	0,14
Zn	3,12	0,07	<LOQ	2,70	0,14	0,13	5,37	0,10	<LOQ	2,86	0,15	0,79
Al	11,53	0,15	2,10	12,21	0,18	<LOQ	10,57	0,48	2,91	3,60	0,92	2,21
Fe	5,59	0,10	<LOQ	5,52	0,10	0,70	7,20	0,06	2,30	8,37	0,09	0,39
Na	10,14	1,65	1,25	9,74	1,94	<LOQ	17,59	1,44	2,34	<LOD	1,77	<LOQ
Cu	4,36	<LOQ	0,13	<LOD	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOQ

Elementler	S10-1			S11-1			S11-2			S11-3		
	WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)		WD-XRF (kütle olarak mg/kg)	ICP-MS (mg/kg)	
	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2	Numunede	GB-B	GB-D2
Si	9898,18	4,25	638,04	9861,87	4,90	527,28	9917,77	5,22	424,23	9937,64	5,39	459,74
K	15,51	<LOQ	1,55	18,11	<LOQ	<LOQ	14,21	<LOQ	<LOQ	13,89	<LOQ	<LOQ
Ca	10,54	2,78	<LOQ	17,58	1,54	<LOQ	7,31	0,87	<LOQ	7,65	1,79	<LOQ
Ti	16,28	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOQ	0,01	33,70	<LOQ	0,01	20,25	<LOQ	<LOQ
Zn	3,62	0,06	0,18	7,97	0,23	1,55	8,62	0,28	0,10	8,62	0,24	0,42
Al	10,44	0,94	<LOQ	5,20	0,25	1,38	3,48	0,31	4,30	2,68	0,21	<LOQ
Fe	5,98	0,13	<LOQ	58,74	0,08	3,58	9,15	0,07	7,59	3,94	0,08	0,98
Na	16,32	1,88	<LOQ	11,00	1,26	<LOQ	<LOD	1,27	<LOQ	<LOD	1,24	<LOQ
Cu	<LOD	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOQ	<LOQ

Çizelge 4.29. Silikon numunelerden GB-B'ye geçen toplam metal miktarları ile numunelerin gıda ile temas eden yüzeylerinin renkleri arasındaki ilişki (Boş yazan hücrelerin altındaki numunelerde elementler tespit edilmemiştir).

	Si	Na	Mg	Ca	Fe	Al	Zn	Cu
Aşağıya doğru toplam metal konsantrasyonu azalır	S3-2	S4-1	S1-1	S1-1	S10-1	S10-1	S11-2	S8-2
	S3-4	S8-6	S9-1	S9-1	S8-3	S9-1	S11-3	BOŞ
	S3-3	S10-1	S2-1	S8-7	S4-1	S1-1	S11-1	S4-1
	S8-7	S8-3	S8-7	S2-1	S8-4	S4-1	S4-4	S5-1
	S1-1	S8-1	S4-1	S6-1	S8-1	S8-7	S4-3	S7-3
	S9-1	S9-1	S6-1	S3-1	S8-6	S5-1	S1-1	S11-2
	S11-3	S1-1	S5-1	S10-1	S8-5	S2-1	S4-5	S11-3
	S8-1	S8-2	S3-1	S3-3	S8-2	S11-2	S9-1	S11-1
	S11-2	S8-4	S10-1	S5-1	S9-1	S3-3	S8-6	S4-4
	S6-1	S8-5	S3-3	S11-3	S5-1	S3-4	S3-3	S4-3
	S8-3	S3-4	S11-3	S3-4	S11-3	S4-2	S8-2	S1-1
	S7-1	S3-2	S11-1	S11-1	S11-1	S4-5	S7-2	S4-5
	S8-6	S3-3	S11-2	S8-6	S1-1	S11-1	S4-2	S9-1
	S11-1	S5-1	BOŞ	S8-3	S11-2	S3-2	S7-3	S8-6
	S8-2	S8-7	S8-6	S8-2	S8-7	S4-4	S3-2	S3-3
	S3-1	S2-1	S8-3	S8-1	S2-1	S4-3	S8-7	S7-2
	S8-5	S11-2	S8-1	S8-5	S7-1	S6-1	S7-1	S4-2
	S7-3	S11-1	S8-2	S3-2	S7-3	S11-3	S8-4	S3-2
	S10-1	S4-5	S8-4	S8-4	S3-2	S8-4	S4-1	S8-7
	S8-4	S11-3	S8-5	S4-3	S7-2	S8-6	S8-5	S7-1
	S7-2	S4-3	S3-4	S4-1	S3-4	S8-2	S8-3	S8-4
	S2-1	S4-2	S3-2	S4-4	S3-3	S8-3	S8-1	S8-5
	S4-1	S4-4	S4-5	S4-5	S4-2	S8-1	S10-1	S8-3
	S4-2	S6-1	S4-3	S11-2	S4-4	S3-1	S3-4	S8-1
	S4-4	S7-3	S4-2	S4-2	S6-1	S8-5	S5-1	S10-1
	S4-3	S7-1	S4-4	S7-3	S4-5	S7-2	S6-1	S3-4
	S4-5	S3-1	S7-3	S7-2	S4-3	S7-1	S2-1	S6-1
	S5-1	S7-2	S7-1	S7-1	S3-1	S7-3	S3-1	S2-1
		S7-2					S3-1	

Çizelge 4.30. Silikon numunelerden GB-D2'ye geçen toplam metal miktarları ile numunelerin gıda ile temas eden yüzeylerinin renkleri arasındaki ilişki (Boş yazan hücrelerin altındaki numunelerde elementler tespit edilmemiştir).

	Si	Mg	Ca	Fe	Al	Ba	Pb	K	Co	Mn	Ti	Cr	Sn	Cu	Zn	Na	Pt	
Aşağıya doğru toplam metal konsantrasyonu azalır	S9-1	S4-2	S3-4	S2-1	S11-2	S8-3	S3-4	S10-1	S4-5	S11-1	S8-6	S11-1	S3-2	S8-4	S4-2	S8-7	S5-1	
	S10-1	S9-1	S4-2	S4-2	S3-2	S1-1	S11-2	S8-7	S2-1	S9-1	S7-3	S9-1	S8-7	S8-1	S11-1	S8-5	BOŞ	
	S2-1	S4-5	S8-7	S8-4	S8-7	S4-1	S3-2	S7-2	BOŞ	S7-3	S9-1	S8-3	S8-3	S8-6	S7-3	S4-3	S8-7	
	S1-1	S8-7	S4-1	S11-2	S5-1	S4-3	S11-3	S2-1	S10-1	S8-2	S8-7	S8-4	S8-4	S4-2	S9-1	BOŞ	S8-5	
	S11-1	S11-2	S4-3	S7-3	S9-1	S8-6	S7-1	BOŞ	S8-7	S8-4	S4-2	S4-2	S3-1	S11-1	S11-3	S4-2	S4-3	
	S4-4	S8-5	S8-3	S11-1	S8-5	S3-2	S4-2	S3-4	S7-2	S4-2	S3-4	S8-7	BOŞ	S3-3	S10-1	S11-1	S4-2	
	S4-1	S4-3	S1-1	S3-4	S8-1	S11-2	S11-1	S11-2	S3-4	S11-3	S4-1	S5-1	S11-1	S8-7	S8-6	S7-3	S11-1	
	S3-3	S6-1	S7-2	S5-1	S4-2	S3-1	S1-1	S3-2	S11-2	S3-4	S8-2	S3-4	S9-1	S7-3	S11-2	S9-1	S7-3	
	S4-3	S5-1	S5-1	S3-2	S11-1	S3-3	S4-3	S11-3	S3-2	S11-2	S8-5	S7-3	S4-2	S8-5	S4-4	S11-3	S9-1	
	S5-1	S8-1	S7-3	S8-7	S4-3	S8-5	BOŞ	S7-1	S11-3	S2-1	S4-4	S8-5	S5-1	S3-1	S4-5	S10-1	S11-3	
	S3-4	S1-1	S4-4	S4-3	S7-3	S7-3	S8-3	S4-2	S7-1	S8-3	S7-2	S8-6	S3-4	S8-3	S7-1	S8-6	S10-1	
	S11-3	S7-2	S9-1	S8-3	S7-2	S2-1	S4-1	S11-1	S4-2	S4-5	S8-1	S7-2	S7-3	BOŞ	BOŞ	S11-2	S8-6	
	S7-2	S7-3	S8-2	S11-3	S1-1	S4-2	S8-6	S1-1	S11-1	S8-5	S4-3	S4-4	S8-5	S3-2	S8-4	S4-4	S11-2	
	S8-1	BOŞ	S6-1	S8-6	S8-3	S5-1	S3-1	S4-3	S1-1	S8-7	S6-1	S4-5	S8-6	S9-1	S8-1	S4-5	S4-4	
	S4-5	S10-1	S8-1	S8-2	S6-1	S11-1	S3-3	S8-3	S4-3	S4-4	S3-2	S3-3	S7-2	S5-1	S3-3	S7-1	S4-5	
	S8-3	S2-1	S4-5	S7-2	BOŞ	BOŞ	S8-5	S4-1	S8-3	S4-3	S11-1	S3-1	S4-4	S3-4	S8-7	S8-4	S7-1	
	S8-6	S11-1	BOŞ	S9-1	S2-1	S8-7	S7-3	S8-6	S4-1	S5-1	S11-2	S6-1	S4-5	S7-2	S8-5	S8-1	S8-4	
	S3-2	S4-4	S11-2	S6-1	S8-4	S9-1	S2-1	S3-1	S8-6	S8-1	S5-1	S7-1	S3-3	S4-4	S3-1	S3-3	S8-1	
	S11-2	S4-1	S8-5	S4-5	S3-4	S8-1	S5-1	S3-3	S3-1	S7-2	S8-3	S3-2	S6-1	S4-5	S8-3	S3-1	S3-3	
	S7-1	S3-3	S10-1	BOŞ	S11-3	S7-2	S8-7	S8-5	S3-3	S7-1	S8-4	BOŞ	S7-1	S6-1	S3-2	S8-3	S3-1	
	S8-5	S3-4	S2-1	S4-1	S8-6	S6-1	S9-1	S7-3	S8-5	S3-1	S7-1	S4-1	S4-1	S7-1	S5-1	S3-2	S8-3	
	S8-7	S11-3	S11-1	S1-1	S8-2	S8-4	S8-1	S5-1	S7-3	BOŞ	S3-1	S8-2	S8-2	S4-1	S3-4	S5-1	S3-2	
	S7-3	S8-3	S3-3	S4-4	S4-5	S3-4	S7-2	S9-1	S5-1	S10-1	BOŞ	S8-1	S8-1	S8-2	S7-2	S3-4	S3-4	
	S8-4	S8-6	S11-3	S8-1	S4-1	S11-3	S6-1	S8-1	S9-1	S3-2	S11-3	S4-3	S4-3	S4-3	S6-1	S7-2	S7-2	
	S8-2	S3-2	S8-6	S8-5	S4-4	S8-2	S8-4	S6-1	S8-1	S1-1	S2-1	S11-2	S11-2	S11-2	S4-1	S6-1	S6-1	
	S6-1	S7-1	S3-2	S10-1	S10-1	S4-5	S8-2	S8-4	S6-1	S4-1	S4-5	S11-3	S11-3	S11-3	S8-2	S4-1	S4-1	
	S4-2	S8-4	S7-1	S3-3	S3-3	S4-4	S4-5	S8-2	S8-4	S8-6	S10-1	S2-1	S2-1	S2-1	S4-3	S8-2	S8-2	
	S3-1	S8-2	S8-4	S7-1	S7-1	S10-1	S4-4	S4-5	S8-2	S8-2	S3-3	S1-1	S10-1	S10-1	S10-1	S2-1	S2-1	
		S3-1	S3-1	S3-1	S3-1	S3-1	S7-1	S10-1	S4-4	S4-4	S6-1	S3-3	S1-1	S1-1	S1-1	S1-1	S1-1	S1-1

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1.Yapı Tayini Analiz Sonuçları

5.1.1. FT-IR spektrometre analiz sonuçları

5.1.1.1. FT-IR spektrometre analizleri için validasyon sonuçları

Numunelerin tanımlanmasında sertifikalı elektronik kütüphanenin (BIO-RAD) kullanılması ayrıca Eurachem kılavuzları (Anonim 2002b ve 2014a) ile ASTM No: E1252 standardına (Anonim 2007b) göre yapılan validasyon çalışmaları sonuç raporu (Çizelge 4.1) uygun olduğu görülmüştür.

5.1.1.2. Plastik numunelere ait FT-IR spektrometre analiz sonuçları

Tüm plastik numunelerin kızılötesi spektrumları sertifikalı elektronik kütüphane ve polimer verileri el kitabı ile karşılaştırıldığında polipropilen polimeri olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler, plastik numunelerin etiket bilgileri ile örtüştüğü görülmüştür.

Ayrıca FT-IR spektrometresi ile gıda ile temas eden plastik malzemelerin günlük kullanımında gıdalarla teması sonrası yapısından ayrılan veya yapısına bağlanan organik bileşiklerin varlığının **hızlı tespiti** amacıyla numunede (polipropilen saklama kabı) ve gıda benzerlerinde (GB-A, GB-B, GB-D1, GB-D2, GB-D3 ve GB-D4) meydana gelen değişimler incelenmiştir.

Çalışmada kullanılan gıda benzerleri ile temas etmiş polipropilen saklama kabı numunelerinin spektrumları, gıda benzeri ile temas etmemiş (kontrol) numune spektrumları ile kıyaslandığında anlamlı bir farklılığa neden olacak herhangi bir değişim tespit edilememiştir.

Plastik numunelerle temas sonrası yapılarından gıda benzerlerine geçebilecek bileşikler incelendiğinde ise, gıda benzerlerinden sadece GB-D4'te bazı numunelerde 1050-1070 cm^{-1} frekans aralığında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Numune ile temas etmemiş gıda benzerinde (kontrol) olmayan, ancak numune ile temas etmiş gıda benzerinde görülen bu pikin, numunenin yapısındaki bir bileşiğe ait olabileceği ve sadece yağlı gıdaları temsil eden GB-D4'tün bu bileşiği numuneden ayırabildiği

görülmüştür. GB-D4'e geçen bu kalıntı Çizelge 4.3'de yer alan bazı önemli bileşiklere göre tanımlanmaya çalışıldığında ise en yakın olarak eter ve karbonil gruplarına ait frekanslarla örtüşmektedir. Bu gruplardan karbonil içinde yer alan ve plastik malzeme üretiminde de kullanılabilen, fitalatlar olabileceği ihtimali daha yakın görülmektedir.

Numunelerin kendisinde bir farklılık görülmemesine rağmen, Zeddami ve Belhaneche-Bensemra (2010) tarafından PVC filmlerde ısıyı korumak için kullanılan organik kalay bileşiğinin (Organotin) gıda benzerine olan migrasyonunun FT-IR spektroskopisi ile tespitini araştırdıkları bir çalışmada, migrasyon öncesi ve sonrası PVC filmlerin spektrumlarındaki organotin katkısından gelen karbonil bantlarda (1732 cm^{-1}) bir azalma görülmüştür. Bu durum organotin katkılı PVC filmlerden organotin yapısından ayrılarak gıda benzerine geçtiği ve bu durumun FT-IR spektrometresi ile tespit edilebileceği belirtilmiştir.

Bu durum bize çalışmada seçilen malzemeler (polipropilen saklama kabı) dışındaki malzemeler için, FT-IR spektroskopi tekniğinin etkinliğinin hala araştırılması gerektirdiği düşündürmektedir. Ancak kızılötesi spektroskopi teknikleri ile elde edilen bulguların, mutlaka NMR ve MS teknikleri ile doğrulanmadıkları sürece kesinlik ifade etmeyeceği de unutulmamalıdır.

5.1.1.3. Silikon numunelere ait FT-IR spektrometre analiz sonuçları

Tüm silikon numunelerin kızılötesi spektrumları sertifikalı elektronik kütüphane ve polimer verileri el kitabı ile karşılaştırıldığında silikon polimeri olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler, silikon numunelerin etiket bilgileri ile örtüştüğü görülmüştür.

Ayrıca FT-IR spektrometresi ile gıda ile temas eden silikon malzemelerin günlük kullanımında gıdalarla teması sonrası yapısından ayrılan veya yapısına bağlanan organik bileşiklerin varlığının **hızlı tespiti** amacıyla numunede (silikon kek kalıbı) ve gıda benzerlerinde (GB-B, GB-D1, GB-D2 ve GB-D3) meydana gelen değişimler incelenmiştir.

Çalışmada kullanılan gıda benzerleri ile temas etmiş silikon kek kalıbı numunelerinin spektrumları, gıda benzeri ile temas etmemiş (kontrol) numune spektrumları ile

kıyaslandığında, sadece GB-D2 kodlu gıda benzeri ile temas etmiş numunelerde 2840-2920 cm^{-1} ve 1730-1750 cm^{-1} frekanslarında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Kontrol numunesinde olmayan ancak GB-D2 ile temas sonrası görülen bu piklerin Şekil 4.16 (GB-D2 spektrumu) ve Şekil 4.19 (farklılığa neden olan spektrum) üzerinden değerlendirildiğinde silikon numunelerin absorpladığı yağdan kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Silikon malzemelerin yağı absorplayabilmesi, Helling ve ark. (2009, 2012) tarafından yapılan çalışmalarda da belirtilmiştir.

Silikon numunelerle temas sonrası yapıdan gıda benzerlerine geçebilecek bileşikler incelendiğinde ise, gıda benzerlerinden sadece GB-B'de 2900-3000 cm^{-1} ve 800-1500 cm^{-1} frekanslarda numunelerin hepsinde anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Numune ile temas etmemiş gıda benzerinde (kontrol) olmayan, ancak numune ile temas etmiş gıda benzerinde görülen bu pikin, numunenin yapısındaki bir bileşiğe ait olabileceği ve sadece pH 4,5'un altındaki sulu gıdaları temsil eden GB-B'nin bu bileşiği numuneden ayırabildiği düşünülmektedir. GB-B'e geçen bu kalıntılar Çizelge 4.3'de yer alan bazı önemli bileşiklere göre tanımlanmaya çalışıldığında ise, en yakın ve anlamlı olarak silisyum bileşiklerine ait frekanslarla örtüştüğü görülmüştür. Ancak silikon malzemeler için de kızılötesi spektroskopisi ile elde edilen veriler, mutlaka NMR ve MS teknikleri ile doğrulanmadıkları sürece kesinlik ifade etmeyeceği unutulmamalıdır.

5.1.2. XRF spektrometre analiz sonuçları

5.1.2.1. XRF spektrometre analizleri için validasyon sonuçları

Numunelerin metal içeriklerinin yarı-niceliksel olarak belirlenmesinde Eurachem kılavuzları (Anonim 2002b ve 2014a) ile ASTM No: E1476 standardına (Anonim 2010b) göre yapılan validasyon çalışmaları sonuç raporu (Çizelge 4.5) yeterli düzeyde olduğu görülmüştür.

5.1.2.2. Plastik numunelere ait XRF spektrometre analiz sonuçları

Plastik numunelerde WD-XRF spektrometresi ile yapılan bu analizler sonucunda, numunelerde toplam element düzeyi %0,04-0,58 arasında değiştiği ve bileşimlerinde temelde K, Al, Ca, Si, P, Fe, S ve Cl elementlerin olduğu görülmüştür. Ancak P8-1 ve P11-1 kodlu numunelerde toplam element miktarı diğerlerinden farklı olarak sırasıyla %0,41 ve %0,58 düzeyinde olduğu saptanmıştır. Bu numunelerin bileşimlerine bakıldığında farklılığın nedeninin, Ti ve Ca elementlerinin konsantrasyonlarından kaynaklandığı görülmüştür. Ayrıca Şekil 3.1'e bakıldığında bu iki numunenin diğerlerinden farklı olarak şeffaf olmadığı (beyaz ve mavi) görülmektedir. Bu elementlerden titanyumun, kağıt (TGK GTEM Yönetmeliği ekleri), lak (beyaz renkli pigment lak çeşidinin üretimi) ve polimer (plastik ve silikon malzeme üretimi) gibi birçok üründe metal bazlı beyazlaştırıcı katkı olarak kullanıldığı bilinmektedir.

Genel olarak numunelerde saptanan bu elementlerin birçoğunun, TGK 2013/34 nolu Plastik Tebliğine bakıldığında, kullanımına izin verilen metal bazlı katkılardan olduğu görülmüştür. Tebliğde yer almayanların ise üretimde kullanılan hammadde ve yardımcı maddelerin safsızlıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

5.1.2.3. Silikon numunelere ait XRF spektrometre analiz sonuçları

Genel olarak silikon numunelerde % kütle olarak ana yapıyı oluşturan silisyum elementi hariç toplam %0,61-1,46 arasında element saptanmıştır. Numuneler arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Numuneye göre değişmekle birlikte en çok bulunan elementler sırasıyla Ca, K, Mg, Al, Si, P, Ti, Cl, Fe, S ve Cu'dur. Bu elementlerin bir kısmı CoE ve BfR silikon kılavuzları ile kaynak özetlerinde belirtildiği üzere metal bazlı katalizörler, dolgu maddeleri ve metal oksitlerden kaynaklanmaktadır. Bu durum Anonim (2005)

tarafından yapılan bir çalışmada; Silikon malzemelerin kuru yakma ile parçalanıp ICP ile 34 elementin yarı niceliksel tarandığı çalışmada, Ca: 86 mg/kg, Mg: 53 mg/kg, Al: 13 mg/kg ve Pt: 10 mg/kg düzeyinde saptanmış ve Pt dışındaki elementlerin üretimde kullanılan dolgu ve pigmentlerden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Plastik ve silikon malzemelerin metal içeriklerinin belirlenmesi amacıyla çalışmada kullanılan, WD-XRF spektrometresinde FPM metodunun çalışma prensibi gereği, flordan (9 atom ağırlıklı) düşük atom ağırlığına sahip elementleri (C, H, O, N gibi) okuyamaması ve düşük düzeydeki (< 10 ppm) elementlerin saptayamaması gibi nedenlerden dolayı elde edilen sonuçlar yarı-niceliksel olduğu unutulmamalıdır. Detaylı hassas tarama için numunelerin yaş veya kuru yakma ile parçalanıp daha hassas tekniklerle (ICP-MS gibi) analize alınması önerilmektedir.

5.1.3. DSC analiz sonuçları

5.1.3.1. DSC analizleri için validasyon sonuçları

Numunelerin termal özelliklerinin belirlenmesinde ASTM No: E2253 standardına (Anonim 2011c) ve Eurachem kılavuzları (Anonim 2002b ve 2014a) göre Perkin Elmer DSC 4000 marka ve model cihazla yapılan validasyon çalışmaları sonuç raporu (Çizelge 4.8) yeterli düzeyde olduğu görülmüştür.

5.1.3.2. Plastik numunelere ait DSC analiz sonuçları

Polipropilen saklama kabı numunelerine ait erime (T_m) ve kristalizasyon (T_c) sıcaklıkları Saçak (2010)'da belirtilen aralıklarda gelmiştir (Çizelge 4.9). Ancak numunelerin camsı geçiş sıcaklıklarındaki (T_g) farklılık ise, Saçak (2010)'a göre T_g 'deki bu farklılığın nedeni, polimerlerin zincir esnekliği, yan grup, dallanma ve çapraz bağ ile mol kütleindeki farklılıklardan kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Bu durum bize üretim ve kullanılan katkı maddelerinin çeşitliliğinin oldukça fazla olduğu polimer malzemelerde, yapı aynı olsa da T_g 'deki bu değişimle karşılaşılabileceğini göstermektedir.

Plastik malzemelerde DSC sonuçlarından T_g ; molekül zincirlerindeki hareketliliğin başladığı sıcaklığı (bu sıcaklığın altında malzeme kırılmandır), T_m ise; malzemenin erimeye başladığı sıcaklığı gösterdiği için, tüketicileri bilgilendirme amaçlı malzemelerin etiketlerinde bulunması gerekli en düşük ve en yüksek kullanım sıcaklığını karşılamaktadır. Ancak çalışmada kullanılan numunelerin etiket bilgileri (Çizelge 3.1) ile elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, herhangi bir eksik ve yanlış bilginin bulunmadığı numuneler (P1-1, P3-1, P4-1, P7-1, P10-4, P11-1, P13-1, P16-1, P18-1, P19-1 ve P20-1), hiçbir uyarıcı bilginin bulunmadığı numuneler (P2-1, P5-1, P6-1 ve P21-1), eksik bilgi bulunan numuneler (P8-1 ve P8-2) ve yanlış bilgi veren numuneler (P9-1, P10-1, P10-2, P10-3, P10-5, P12-1, P14-1, P15-1, P17-1, P19-2, P20-1, P22-1 ve P22-2) olduğu görülmüştür. Bu durum numunelerin günlük kullanımında, risk oluşturabilecek olaylarla (derin dondurucuda malzemenin kırılması, yüksek sıcaklığa sahip gıdalarla temasında malzemenin erimesi gibi) karşılaşılmamasına neden olabilecektir. Bu sebeple malzemelerin sıcaklık kullanım aralığının etiket bilgilerinde doğru bir şekilde yer alması, tüketici sağlığı açısından önem arz etmektedir.

5.1.3.3. Silikon numunelere ait termal analiz sonuçları

Silikon malzemelerin termal özelliklerinin belirlenmesi analizinde kullanılan DSC cihazının çalışma aralığının kısıtlı olması nedeniyle numunelerde sadece erime sıcaklıkları (T_m) incelenebilmiştir. Numunelerde T_m dereceleri birbirlerine oldukça yakın bulunmuştur.

Bir elastomer olan silikonların ısıya karşı davranışları plastikler gibi olmadığı için, erime sıcaklığı (T_m) -40°C civarında olmalarına karşın, plastikteki gibi erime gerçekleşmez. Yaklaşık 200°C sonrasında yapıdan ayrılmalar başlayarak, genelde maksimum 300°C 'lere kadar dayanabilirler. Bu özellikleri göz önüne alındığında, çalışmada kullanılan silikon kek kalıbı numunelerinde bulunması gerekli maksimum kullanım sıcaklığı ile ilgili bilgilerin bazı numunelerin etiket bilgilerinde yer almadığı (S6-1, S8-1, S8-2, S8-3, S8-4, S8-5 ve S8-6) görülmüştür. Günlük kullanımda tüketicilerin doğru bilgilendirilmesi adına, etiket bilgilerinde kullanım bilgilerinin yer almasının önemli olduğu düşünülmektedir.

5.2. Migrasyon Analiz Sonuçları

5.2.1. Toplam migrasyon analiz sonuçları

5.2.1.1. Toplam migrasyon analizleri için validasyon sonuçları

Toplam migrasyon analizlerinde TGK 2013/34 ve 35 nolu tebliğleri, EN 1186:1, 8, 9 ve 14 nolu standartları ve Eurachem kılavuzları dikkate alınarak validasyon çalışmaları tamamlanmıştır. Buna göre 2 adet sulu (GB-A ve GB-B) ve 3 adet yağlı gıda benzerleri (GB-D1, GB-D3 ve GB-D4) olmak üzere toplam 5 adet gıda benzerinde kısa ve uzun dönem laboratuvar içi çalışmaları sonucu elde edilen bulgular (Çizelge 4.11) EN 1186 standartlarında belirtilen kriterlere göre uygun olduğu görülmüştür.

5.2.1.2. Plastik numunelere ait toplam migrasyon analiz sonuçları

TGK 2013/34 nolu Plastik Tebliği ve EN 1186:1 standardına göre tekrar kullanımlı malzemelerde değerlendirme 3. test sonucuna göre yapılması gereklidir. Polipropilen saklama kabı numunelerinin gıda benzerlerinin (GB-A, GB-B, GB-D1, GB-D3 ve GB-D4) hepsi ile temasında toplam migrasyon yönünden limitin (10 mg/dm²) altında bulunmuştur.

Numunelerde tekrar kullanımların hepsi dikkate alınarak sonuçlar detaylı incelendiğinde; süt ve süt ürünleri gibi su içinde yağ emülsiyonları temsil eden GB-D1 ile temas eden numunelerin hespsinde migrasyon gerçekleşirken, sulu gıdaları temsil eden GB-A (pH > 4,5) ve GB-B'de (pH < 4,5) en az sayıda numunede migrasyon gerçekleşmiştir.

Yüzeylerinde serbest yağ içeren gıdaları temsil eden GB-D2'nin alternatifleri olarak bu analizlerde kullanılan GB-D3 ve GB-D4'ün kullanımları durumunda ise, 1. kullanımda limiti aşan sonuçlara sahip numuneler (GB-D3'de P10-2 ve P10-4 ile GB-D4'te P10-3) görülmüştür. Ancak 3. kullanım sonucunda bu numuneler limit altında kalmıştır.

Çalışmada kullanılan polipropilen saklama kabı numuneleri Çizelge 3.1'de görüldüğü gibi, ağırlıklı olarak Türkiye menşei olup (18 tanesi Türkiye, 5 tanesi Çin, 2'ser tanesi Güney Kore ve İtalya ve 1'er tanesi de Vietnam ve Tayvan), gıda ile temas eden yüzeyleri değişik renklerde (renksiz (20 adet), mavi (2 adet), yeşil (2 adet), kırmızı

(1 adet), turuncu (1 adet), mor (1 adet), pembe (1 adet) ve beyaz (1 adet)) ve değişik fiyat aralığına sahiptirler. Gıda benzerlerinin hepsinde geçiş gösteren ve birinci kullanımlarda limiti aşan sonuçlar veren numunelerin (P10-2, P10-3, P10-4 ve P10-5) Türkiye menőeili, ucuz ve renkli oldukları görülmüştür. Bu durum çalışmada kullanılan numuneler üzerinden değerlendirildiğinde; fiyatın ve rengin sonuçlarla iliőekli olabileceği ancak menőeinin yabancı olmasının sonuçlar üzerinde herhangi bir etkisinin olamayacağı sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Ancak rengin sonuçlara etkisi ile ilgili olarak, genelde renk maddeleri metal bazlı katkılar Şeklinde katıldıkları için çalışmada kullanılan tekniklerden XRF spektrometre sonuçlarına bakıldığında (izelge 4.6) numuneler arasında metal içerik yönünden belirgin bir farklılık tespit edilememiştir. ICP-MS ile yapılan analizler üzerinden ise değerlendirme kendi başlığı altında yapılmıştır.

5.2.1.3. Silikon numunelere ait toplam migrasyon analiz sonuçları

Silikon malzemelerle ilgili ulusal ve uluslararası yasal bir düzenleme bulunmamaktadır. Ancak Avrupa Komisyonunun 2004 yılında yayınladığı teknik kılavuz (Anonim 2004b: CoE silikon) ve bu kılavuzu ulusal mevzuatlarına alan bazı Avrupa Birliği ölkelerinde, silikon malzemelerde migrasyon analizleri ve değerlendirme, ölkemizde de AB'nin 10/2011 sayılı düzenlemesine uyumlu olarak hazırlanan TGK 2013/34 ve 35 nolu Plastik Tebliğleri ve EN 1186:1 standardına göre yapılmaktadır. Belirtilen tebliğler ve standartlara göre silikon kek kalıbı gibi tekrar kullanımlı malzemeler üç kez migrasyon analizine alınır ve değerlendirme 3. test sonucuna göre yapılmaktadır. Ayrıca bu plastik tebliğlerinde malzemenin temas edeceği gıda grubu yağlı gıdalar ise, “Bazı yağlı gıda grupları ile temas edecek malzemelerin toplam migrasyon analizi sonuçları düzeltme faktörlerine bölünmelidir” gibi bazı özel hususlar da belirtilmektedir (Örnek olarak TGK 2013/35 gıda grubu kodu 02.05'te GB-D2 ile elde edilecek sonuçlar 3'e bölünmelidir). Bu durum göz önüne alındığında, çalışmada kullanılan silikon kek kalıplarında 3. kullanım sonucunda yağlı gıdaları temsil eden GB-D3 ile temas eden ve olumsuz sonuca sahip numuneler bulunmaktadır. Bu numune sonuçları da 3'e bölündüğünde, numunelerin hepsi limit altında kalmaktadır. Benzer Şekilde Elskens ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada da elde edilen sonuçlar düzeltme faktörü (5) kullanılarak yeniden hesaplanmıştır.

Silikon kek kalıbı numunelerinin gıda benzerindeki davranışlarına detaylı olarak bakıldığında; sulu gıdaları temsil eden ($\text{pH} < 4,5$) GB-B sonuçları numunelerin hepsinde uygun bulunmuştur. Benzer durum Anonim (2005) ve Helling ve ark. (2009) tarafından silikon kek kalıpları ile yapılan çalışmalarda da elde edilmiştir.

Süt ve süt ürünleri gibi su içinde yağ emülsiyonları temsil eden GB-D1'in kullanılması durumunda, numunelerin neredeyse hepsinde 1. kullanım sonucunda limiti aşan sonuçlar elde edilmiştir. Ancak 3. kullanım sonuçları dikkate alındığı için, GB-D1'de 44 mg/dm^2 'ye kadar çıkan sonuçlar numunelerin hepsinde tespit limitinin altına düşmüştür. Helling ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada 1. kullanım sonuçları benzerlik göstermese de 3. kullanım sonucunda benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Yüzeylerinde serbest yağ içeren gıdaları temsil eden GB-D2'nin alternatifi GB-D3 kullanım sonucunda, 1. kullanımların hepsi, 2. kullanımların çoğu ve 3. kullanım sonuçlarının ise bazılarında (S1, S2, S5, S8-7, S9, S10) limitin üzerinde sonuçlar elde edilmiştir. Silikon malzemelerin GB-D3 ile analize alınması durumunda, Anonim (2005), Helling ve ark. (2009, 2010) ve Elskens ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmalarda da limiti aşan benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ancak 3. kullanımda da limiti aşan değerler, daha önce de belirtildiği üzere TGK 2013/35 nolu tebliğ gereği 3'e bölündüğünde uygun bulunmuştur.

Ayrıca rengin sonuçlara etkisi ile ilgili olarak, genelde renk maddeleri metal bazlı katkılar şeklinde katıldıkları için çalışmada kullanılan tekniklerden XRF spektrometre sonuçlarına bakıldığında (Çizelge 4.7), çalışmada kullanılan silikon kek kalıbı numuneleri Çizelge 3.2'de görüldüğü gibi hepsi yabancı menşeli olup, gıda ile temas eden yüzeyleri değişik renklerde (kırmızı (7 adet), kahverengi (5 adet), yeşil (4 adet), turuncu (3 adet), mor (3 adet), mavi (3 adet), pembe (2 adet) ve beyaz (1 adet)) ve değişik fiyat aralığına sahiptirler. 3. kullanım sonuçları dikkate alındığında limiti aşan değerler sahip numunelerin menşesinin sadece bir ülkeye ait olmadığı, renklerinin çoğunlukla kahverengi veya kırmızı olduğu (sadece S9-1 beyaz renkli) ve fiyatının ortalamasının üzerinde olduğu görülmüştür. Bu durum çalışmada kullanılan numuneler üzerinden değerlendirilme yapıldığında; rengin sonuçlarla ilişkili olabileceği ancak menşesinin ve fiyatın sonuçlar üzerinde herhangi bir etkisinin olmayacağı sonucunu

ortaya çıkarmıştır. ICP-MS ile yapılan analizler üzerinden ise değerlendirme kendi başlığı altında yapılmıştır.

Genel olarak silikon malzemeler özellikle yağlı gıdalarla teması sonrası yüksek düzeyde olan bu geçişin % 90'ından fazlasını organik siloksanların oluşturduğu, halkalı ve düz zincir yapıdaki bu siloksanlar toksik etkileri ile ilgili olarak henüz kesinleşmiş bir bilgi bulunmamaktadır.



5.2.2. Spesifik migrasyon (metal migrasyonu) analiz sonuçları

5.2.2.1. Metal migrasyon analizleri için validasyon raporu

Metodun validasyonunda, gıda benzerlerinden GB-B ve GB-D2'ye geçen metaller NMKL No:186 nolu standarda göre kısa ve uzun dönem laboratuvar içi çalışmaları sonucu her bir elemente ait elde edilen bulgular (Çizelge 4.14) ilgili standart ve kılavuzlara (NMKL No:186 ve Eurachem kılavuzları) göre değerlendirilerek uygun bulunmuştur.

5.2.2.2. Plastik numunelerde metal migrasyonları sonuçları

Polipropilen saklama kabı numunelerinden GB-B ve GB-D2'ye geçen metaller ve konsantrasyonları (Çizelge 4.15 ve 4.16) incelendiğinde metotta yer alan elementlerden (Çizelge 4.14), GB-B'de 6 adeti (Fe, Zn, Na, Al, Ca, Mg) ve GB-D2'de ise 7 adeti (Zn, Na, Al, Mg, Ba, K, Ti) tespit limitlerinin üzerinde olduğu görülmüştür. Genelde üretimde kullanılan katkılardan (dolgu, renk, katalizör maddesi) gelen bu elementler içinde, gıda ile temas eden malzemelerle ilgili düzenlemelerde (TGK 2013/34 Plastik Tebliği ve EDQM Metal kılavuzu) yer alan limitler ile karşılaştırıldığında (Çizelge 4.17 ve 4.18) numunelerin hepsinin uygun olduğu görülmüştür. Düzenlemelerde limiti bulunmayan elementlerin ise (Ca, Mg, Na, K, Ti), geçiş düzeyleri düşük olması aynı zamanda bazılarının (Ca, Mg, Na, K) günlük diyetle alınması gerekli elementler içerisinde yer aldıklarından dolayı herhangi bir risk oluşturmayacağı düşünülmüştür. Titanyum ise şekerleme, süt ürünleri ve meşrubatlarda renk katkısı olarak titanyum dioksit formunda katılabilmesi, JECFA ve dünya sağlık örgütü (WHO) gibi kuruluşlar tarafından da herhangi bir günlük alım limiti belirtilmediği için risk oluşturmayacağı düşünülmektedir.

Metallerin gıda benzerlerine geçişinde asidik özellikteki GB-B'de daha etkin olması beklenirken, bazı elementlerde GB-D2'de daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Bu durum elementlerin yapılara bağlanma şekillerinden ve bağlandığı yapıların gıda benzerlerindeki çözünürlük durumlarından (yağlı gıdalarda çözünürlüğü yüksek olan metal bazlı organik yapılar gibi) kaynaklandığı düşünülmektedir.

Toplam migrasyon bulguları içerisinde metal migrasyonunun etkisine bakıldığında; GB-B ile yapılan toplam migrasyon analizinde numunelerden geçen toplam kalıntıda inorganik kısmın (metaller) etkisi (Çizelge 4.19), oldukça düşük düzeyde kaldığı görülmüştür. Bu durum plastik numunelerdeki toplam migrasyonu oluşturan kısımlar, inorganik kalıntılardan ziyade organik yapıdaki bileşiklerden kaynaklanabileceğini düşündürmektedir.

WD-XRF ve ICP-MS teknikleri ile tespit edilebilen ortak elementler üzerinden yapılan değerlendirmede ise; WD-XRF tekniği ile numunede yapılan analizlerde elde edilen sonuçlarla, ICP-MS tekniği ile numuneden gıda benzerlerine geçen elementlerin toplamı (3 kullanımın toplamı) kıyaslandığında (Çizelge 4.20), asidik özellikteki GB-B'nin GB-D2'ye göre metal geçişinde daha etkili gıda benzeri olduğu görülmüştür. Ayrıca numunelerin bileşiminde yer alan elementlerden (WD-XRF sonuçları) özellikle Al, Ca ve Fe, GB-B'de hemen hemen tüm numunelerde geçiş gözlenmiştir. Geçen bu elementlerin hepsinin WD-XRF ile yarı niceliksel olarak belirlenen miktarın altında kaldığı görülmüştür.

Polimer malzemelerde rengi oluşturan katkıların çoğunluğunun metal bazlı olduğu için, renkli numunelerde (P8-1, P10-2, P10-3, P10-4, P10-5, P11-1, P20-1, P22-1 ve P22-2) geçen kalıntıda metallerin etkisi incelendiğinde, anlamlı ve belirgin bir ilişki bulunamamıştır.

5.2.2.3. Silikon numunelerde metal migrasyonları sonuçları

Silikon kek kalıbı numunelerinden GB-B ve GB-D2'ye geçen metaller ve konsantrasyonları (Çizelge 4.23 ve 4.24) incelendiğinde metotta yer alan elementlerden (Çizelge 4.14), GB-B'de 8 adeti (Si, Fe, Zn, Na, Al, Ca, Mg, Cu) ve GB-D2'de ise 17 adeti (Si, Fe, Zn, Na, Al, Ca, Mg, Cu, Ba, Pb, K, Co, Mn, Ti, Cr, Sn, Pt) tespit limitlerinin üzerinde olduğu görülmüştür. Genelde üretimde kullanılan katkılardan (dolgu, renk, katalizör maddeleri ile safsızlık ve kontaminasyonlardan) gelen bu elementler içinde, gıda ile temas eden malzemelerle ilgili düzenlemelerde (TGK 2013/34 Plastik Tebliği ile CoE Silikon, BfR Silikon ve EDQM Metal kılavuzlarında) yer alan limitler ile karşılaştırıldığında (Çizelge 4.25 ve 4.26) ve değerlendirmenin

3. kullanıma göre yapıma zorunluluğu göz önüne alındığında, numuneler metal geçişi yönünden uygun olduğu görölmüştür.

Düzenlemelerde limiti bulunmayan elementlerden (Si, Mg, Ca, K, Ti, Na) bazılarının (Ca, Mg, Na, K) günlük diyetle alınması gerekli elementler içerisinde yer almasından bazıları (Si, Ti) ile ilgili olarak ise JECFA ve WHO tarafından herhangi bir günlük alım limiti belirtilmediği için risk oluşturmamaktadır.

Metallerin gıda benzerlerine geçişinde asidik özellikteki GB-B daha etkin olması beklenirken, bazı elementlerde (Si, Ca, Fe, Al) GB-D2’de daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Bu durum elementlerin yapılarba bağlanma şekillerinden veya bağlandığı yapıların gıda benzerlerindeki çözünürlük durumlarından kaynaklandığı düşünölmektedir. Özellikle numunelerden gıda benzerlerine geçen elementler içerisinde Si miktarının, GB-B’ye göre GB-D2’de çok daha yüksek düzeyde olduğu görölmüştür. Bunun nedenlerinden bir tanesinin kaynak özetlerinde de belirtildiği üzere, silikonların yapısından ayrılan ve yağda çözünürlükleri yüksek olan halkalı ve düz zincir yapıdaki siloksanlardan kaynaklanmaktadır. Silikonların esnekliğini sağlayan bu organik bileşikler, malzemelerin kullanım ömürleri boyunca geçişini sürdürdüğu belirtilmiştir. Si element konsantrasyonunun GB-D2’de yüksek düzeyde saptanmasının diğer nedeni ise, GB-B’den farklı olarak GB-D2’nin mikrodalga yakma sisteminde parçalanmasıdır. Bu sayede organik yapıya bağlı Si elementlerinin serbest kalması sağlanarak ICP-MS’te gerçek değerleri tespit edilebilmiştir.

Toplam migrasyon bulguları içerisinde metal migrasyonunun etkisine bakıldığında; GB-B ile yapılan toplam migrasyon analizinde numunelerden geçen toplam kalıntıdaki inorganik kısmın (metal analizleri) etkisi (Çizelge 4.27), oldukça düşük düzeyde kaldığı görölmüştür. Bu durum silikon numunelerdeki toplam migrasyonu oluşturan kısımlar, inorganik kalıntılardan ziyade organik yapıdaki bileşiklerden kaynaklanabileceğini düşündürmektedir.

WD-XRF ve ICP-MS teknikleri ile tespit edilebilen ortak elementler üzerinden yapılan değerlendirmede ise; WD-XRF tekniği ile numunede yapılan analizlerde elde edilen sonuçlarla, ICP-MS tekniği ile numuneden gıda benzerlerine geçen elementlerin toplamı (3 kullanımın toplamı) kıyaslandığında (Çizelge 4.28), GB-B’nin numunelerin

yapısında tespit edilen elementlerin çoğunluğunu çok düşük düzeylerde de olsa yapıdan ayırabildiği görülmüştür. GB-D2'nin ise daha az sayıda elementi daha yüksek düzeyde yapıdan ayırdığı görülmüştür. Bu durum gerek toplam migrasyon gerekse metal migrasyon sonuçlarının değerlendirilmesinde belirtildiği gibi, WD-XRF ile tespit edilen elementlerin organik yapılara bağlı olduğu ve yağlı ortamda daha fazla geçiş gösterebileceği anlaşılmaktadır. Geçen bu elementlerin bazılarının konsantrasyonu WD-XRF ile yarı niceliksel olarak belirlenen miktarlara yaklaşırsa da (özellikle GB-D2'de) altında kaldığı görülmüştür. Ayrıca bazı numunelerde ICP-MS tekniği ile tespit edilebilen elementler, WD-XRF tekniği ile tespit edilememiştir. Bu da cihazların hassasiyet farklılıklarından kaynaklanmaktadır.

Polimer malzemelerde rengi oluşturan katkıların çoğunluğu metal bazlı olduğu için rengin sonuçlara etkisinin metal migrasyon bulguları üzerinden değerlendirildiğinde; çalışmada kullanılan silikon kek kalıbı numunelerin biri hariç (S9-1) gıda ile temas eden yüzeylerinin hepsinin renkli olduğu ancak gıda benzerlerine geçen metallerin etkisi incelendiğinde (Çizelge 4.29 ve 4.30) anlamlı ve belirgin bir ilişki bulunamamıştır.

Çalışılan numuneler üzerinden özet bir değerlendirme yapıldığında;

- FT-IR spektrometresi ile yapılan yapı tayini analizi sonucunda ile piyasadan toplanan plastik saklama kabı numunelerin polipropilen, kek kalıplarının ise silikon olduğu görülmüştür. Bu bilgi ile numunelerinin etiket bilgileri örtüştüğü,
- Polimer malzemelerden geçebilecek bazı kalıntıların FT-IR ile niteliksel ve niceliksel olarak saptanabileceği, bu amaçla gıda benzeri olarak polipropilen numunelerde izooktanın (GB-D4), silikon numunelerde ise asetik asidin (GB-B) kullanılabilmesi,
- FT-IR spektrometresini ile numunelerden gıda benzerlerine geçen bileşiklerin NMR ve MS gibi tekniklerle doğrulanması gerektiği,
- Silikon numunelerin absorpladığı yağın FT-IR tekniği ile tespit edilebileceği,
- Numunelerde WD-XRF spektrometre ile yarı-niceliksel olarak saptanan elementlerin renk, dolgu maddeleri gibi bazı polimer katkılarından kaynaklanabileceği,
- XRF tekniği ile yapılacak analizlerde, numunelerin kesilmesi dışında herhangi bir ön işlemin bulunmaması, sınırlı hassasiyette olsa da elementlerin hızlıca tespit edilebilmesi gibi bazı avantajlarından dolayı, yüksek miktarda bulunan ve risk oluşturabilecek bazı elementlerin tespitinde ve diğer hassas tekniklerde analizlerinin yapılmasında ön bilgi sağlaması açısından önemli olacağı,
- Numunelerde DSC ve FT-IR ile yapılan yapı tayini analiz sonuçlarının örtüştüğü,
- DSC tekniği ile yapılan analizler sonucunda, tüketici sağlığı açısından önemli olan kullanım sıcaklık aralığı bilgisinin, özellikle plastik numunelerin etiketlerinde doğru bir şekilde yer almadığı,
- Toplam migrasyon analizleri yönünden polipropilen numunelerin her tip gıda ile temasının uygun olduğu,
- Toplam migrasyon analizleri yönünden silikon numunelerin sulu gıdalar (GB-B) ve süt ürünleri gibi su içinde yağ emülsiyonlarını içeren gıdalar (GB-D1) ile temasının uygun olduğu, ancak yüzeylerinde serbest yağ içeren gıdalar (GB-D3) ile temasında düzeltme faktörü kullanılması durumunda uygun olacağı,

- Polipropilen numunelerde yapılan analizler yönünden, migrasyon sonuçlarına rengin ve fiyatın etkili olabileceği ancak menşenin etkili olmayacağı,
- Silikon numunelerde yapılan analizler yönünden, migrasyon sonuçlarına rengin etkili olabileceği ancak fiyatın ve menşenin etkili olmayacağı,
- Numunelerde yapılan analizler yönünden, numune renginin bileşimde tespit edilebilen metallerle veya bileşimden gıdaya geçen metallerle ilişkisinin olmayacağı,
- Numunelerin hepsinin gıdaya geçebilecek metaller yönünden ilgili mevzuat ve düzenlemelerle uyumlu oldukları,
- Metal migrasyon çalışmaları için sadece GB-B'nin kullanılmasının uygun olmayacağı, organik yapıya bağlı ve yağda çözünebilen metaller için GB-D2'ninde metot çalışmaları içerisinde bulunması önem arz ettiği,
- Numunelerde toplam migrasyon içerisinde inorganik kalıntılardan ziyade organik kalıntıların ağırlıklı olduğu,
- Tüketicilerin bilgilendirilmesi adına bu malzemelerin etiketlerinde malzemenin yapısı (PP, PE, Si gibi), kullanım öncesi yapılması gerekli işlemler (yıkama, silikon malzemeler için yüksek sıcaklıklarda bekletme), kullanım sıcaklık aralıkları, temas etmemesi gereken gıdalar ve kullanım şekli (tek kullanımlık veya çok kullanımlık) gibi önemli hususların bulunması gerekliliği görülmüştür.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda;

- FT-IR spektrometre tekniğinin malzemelerden gıdaya geçebilecek organik kalıntıların hızlı tespiti için kullanım olanaklarının araştırılması,
- FT-IR sonuçlarının NMR ve MS gibi tekniklerle doğrulanması,
- Bu malzemelerden gıdaya geçebilecek metallerin gerçek gıda denemeleri ile yapılması,
- Numune renginin toplam ve metal migrasyonuna etkisinin farklı numunelerde araştırılması,
- Diğer yapılara (PE, PET, PS gibi), kullanım alanına (kepçe, fırın eldiveni, fırça, tabak gibi) ve temas koşullarına sahip numunelerde benzer çalışmaların yapılması,

- Li, V, Hf ve Zr gibi diğer elementlerinde migrasyon durumlarının araştırılması,
- Silikon malzemelerin Almanya BfR kurumu tarafından yayınlanan düzenlemede yer alan diğer analizler (uçucu organik bileşikler ve peroksit tayini gibi) yönünden de incelenmesi önerilmektedir.

Özellikle silikon malzemelerle ilgili önerilen araştırmaların, diğer kullanım alanına sahip numunelerle birlikte genişletilmesi durumunda, zgn ulusal bir mevzuat alt yapısı oluşturulabilecektir.



KAYNAKLAR

Ackerman, L.K., Noonan, G.O., Begley, T.H. 2009. Assessing direct analysis in real-time-mass spectrometry (DART-MS) for the rapid identification of additives in food packaging, *Food Additives and Contaminants*, Vol. 26(12): 1611–1618.

Al-Dayel, O., Al-Horayess, O., Hefni, J., Al-Durahim, A., Alajyan, T. Contamination of foods by migration of some elements from plastics packaging, King Abdulaziz City for Science and Technology, Riyadh, Saudi Arabia. <http://www.intechopen.com/books/food-quality/contamination-of-foods-by-migration-of-some-elements-from-plastics-packaging>-(Erişim tarihi: 20.10.2015).

Anonim, 2000. Packaging materials: 1. Polyethylene terephthalate for food packaging applications, ILSI Europe Report Series.

Anonim, 2001. Further research on chemical migration from food contact rubber and other elastomers, Project No: E0497, RAPRA, Food Standart Agency (FSA), England.

Anonim, 2002a. Packaging materials: 2. Polystyrene for food packaging applications, ILSI Europe Report Series.

Anonim, 2002b. Eurachem guide: Guide to quality in analytical chemistry, an aid to accreditation. <https://www.eurachem.org/index.php/publications/guides>-(Erişim tarihi: 29.08.2015).

Anonim, 2004a. On materials and articles intended to come into contact with food, No:1935/2004, European Union.

Anonim, 2004b. Silicones used for food contact applications, Public Health Committee, Council of Europe.

Anonim, 2005. Chemical migration from silicones used in connection with food contact materials and articles, Project No:K0451, RAPRA, Food Standart Agency (FSA), England.

Anonim, 2006a. Standard test method for melting and crystallization temperatures by thermal analysis, ASTM No: E794, American Society for Testing and Materials.

Anonim, 2006b. Gıdalara geen maddelerin tayini şartlar ve deney metotları, TSE No: TS EN 1186 1-15, Türk Standartları Enstitüsü.

Anonim, 2007a. Eurachem / Citac guide: Use of uncertainty information in compliance assessment, First edition. <https://www.eurachem.org/index.php/publications/guides>-(Erişim tarihi: 29.08.2015).

Anonim, 2007b. Standard practice for general techniques for obtaining infrared spectra for qualitative analysis, ASTM No: E1252, American Society for Testing and Materials.

Anonim, 2007c. As, Cd, Hg, Pb and other elements determination by ICP-MS after pressure digestion, NMKL No:186, Nordic Committee On Food Analysis.

Anonim, 2008a. Standard test method for assignment of the DSC procedure for determining Tg of a polymer or an elastomeric compound, ASTM No: D7426, American Society for Testing and Materials.

Anonim, 2008b. Standard test method for transition temperatures and enthalpies of fusion and crystallization of polymers by differential scanning calorimetry, ASTM No: D3418, American Society for Testing and Materials.

Anonim, 2008c. Standard test method for assignment of the glass transition temperatures by differential scanning calorimetry, ASTM No: E1356, American Society for Testing and Materials.

Anonim, 2008d. Polimer kavramları ve özellikleri 1, Kimya Teknolojisi, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Ders Notları, Ankara.

Anonim, 2008e. Note for guidance for food contact materials, European Food Safety Authority (EFSA).

Anonim, 2008f. Gıdalarla temas eden malzeme ve mamuller, plâstik maddelerle ilgili sınırlamalar, Bölüm 1: Plâstiklerden gıdalara ve taklit gıdalara geçen belirli maddelerin tayini için deney yöntemleri ve taklit gıdalara maruz bırakma şartlarının seçimi–kılavuz, TSE No: TS EN 13130-1, Türk Standartları Enstitüsü.

Anonim, 2009a. Guidelines on testing conditions for articles in contact with foodstuffs (with a focus on kitchenware), A CRL-NRL-FCM Publication, 1st Edition, JRC, European Union.

Anonim, 2009b. RIGAKU X-Ray fluorescence spectrometer instruction manuel, Japan.

Anonim, 2010a. Veteriner Hizmetleri Bitki Sağlığı Gıda ve Yem Kanunu, R.G. 13.06.2010-27610.

Anonim, 2010b. Standard guide for metals identification, grade verification and sorting ASTM No: E1476, American Society for Testing and Materials.

Anonim, 2011a. Türk Gıda Kodeksi Gıda İle Temas Eden Madde Ve Malzemeler Yönetmeliği, R.G. 29.12.2011-28157.

Anonim, 2011b. On plastic materials and articles intended to come into contact with food, No:10/2011, European Union.

Anonim, 2011c. Standard test method for temperature and enthalpy measurement validation of differential scanning calorimeters, ASTM No: E2253, American Society for Testing and Materials.

Anonim, 2012a. Polimer madde ve malzemelerde yapı tayini standart çalışma yöntemi, Rev. 3, İşletme içi metot no: AL-TL-06, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü, Bursa.

Anonim, 2012b. Eurachem / Citac guide CG 4: Quatifying uncertainty in analytical measurement. <https://www.eurachem.org/index.php/publications/guides> - (Erişim tarihi: 29.08.2015).

Anonim, 2012c. Gıda ile temas eden malzemelerdeki metal düzeylerinin yarı niceliksel olarak tayini standart çalışma yöntemi, Rev. 6, İşletme içi metot no: AL-TL-04, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü, Bursa.

Anonim, 2013a. Türk Gıda Kodeksi Gıda İle Temas Eden Plastik Madde ve Malzemeler Tebliği (Tebliğ No: 2013/34), R.G.17.07.2013-28710.

Anonim, 2013b. Türk Gıda Kodeksi Gıda İle Temas Eden Plastik Madde ve Malzemelerin Bileşenlerinin Migrasyon Testinde Kullanılan Gıda Benzerleri Listesi Tebliği (Tebliğ No: 2013/35), R.G.17.07.2013-28710.

Anonim, 2013c. Metals and alloys used in food contact materials and articles, a practical guide for manufactures and regulators, European Directorate for the Quality of Medicines and HealthCare-Committee of Experts on Packaging Materials for Food and Pharmaceutical Products (EDQM-P-SC-EMB), Strasbourg, France, 217 p.

Anonim, 2014a. Eurachem guides: The fitness for purpose of analytical methods, a laboratory guide to method validation and related topics, Second Edition. <https://www.eurachem.org/index.php/publications/guides> - (Erişim tarihi: 29.08.2015).

Anonim, 2014b. Ambalaj Sanayicileri Derneği. <http://www.ambalaj.org.tr/tr/ambalaj-ve-cevre.html> - (Erişim tarihi: 20.10.2014).

Anonim, 2014c. Silicones, XV, Database BfR Recommendations On Food Contact Materials, The Federal Institute For Risk Assessment, Germany.

Anonim, 2015a. Metot validasyonu. http://www.uzmanakreditasyon.com/dosya/Metot%20Validasyon_5N.pdf – (Erişim tarihi: 29.08.2015).

Anonim, 2015b. Polimer madde ve malzemelerde termal karakterizasyon standart çalışma yöntemi, İşletme içi metot no: AL-TL-22, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü, Bursa.

Anonim, 2015c. Termal analysis of silicone rubber. http://www.hitachi-hightech.com/file/global/pdf/products/science/appli/ana/thermal/application_TA_018e.pdf – (Erişim tarihi: 29.08.2015).

Anonim, 2015d. Polymer identification using mid infrared spectroscopy. http://www.perkinelmer.com/CMSResources/Images/44-132015APP_PolymerIdentificationMidInfaredSpectroscopy.pdf – (Erişim tarihi: 29.08.2015).

Arıkan, A. 2007. Sert plastik ambalajlar, SEPA ve ASD ortak yayını. <http://www.sepa.org.tr> – (Erişim tarihi:10.10.2014).

Arslan, T. 2010. X-ışınları ve kullanım alanları. *Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Fizik Eğitim Anabilim Dalı, Ankara.

Bhunia, K., Sablani, S.S., Tang, J., Rasco, B. 2013. Migration of chemical compounds from packaging polymers during microwave, conventional heat treatment and storage, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol.12: 523-545.

Castle, L. 2007. Chemical migration and food contact materials Chapter 1: Chemical migration into food: an overview, Edited by K.A. Barnes, C.R. Sinclair, D.H. Watson, Woodhead Publishing Limited, Cambridge England, 464 s.

Cengiz, İ. 2012. Polietilen ve polipropilen esaslı ürünlerin, plastik enjeksiyon işlem parametreleri ve termodinamik yöntemlerle ısı yayılımının incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Ana Bilim Dalı, Kastamonu.

Elskens, M., Vloeberghs, D., Liesbeth, Elsen, V., Baeyens, W., Goeyens, L. 2012. Multiple testing of food contact materials: A predictive algorithm for assessing the global migration from silicone moulds, *Talanta*, 99:161–166.

Erdik, E. 2008. Organik kimyada spektroskopik yöntemler, Gazi Kitapevi, 5. Baskı, Ankara, 531 s.

Ezdeşir, A. 2014. Plastik ve plastik katkı maddelerinin tanımlanması, Yayınlanmamış eğitim notları, Ambalaj Sanayicileri Derneği.

Forrest, M. 2009. Food Contact Materials – Rubbers, Silicones, Coatings and Inks, Smithers Rapra, First published, England, 386 p.

Helling, R., Mieth, A., Altmann, S., Simat, T.J. 2009. Determination of the overall migration from silicone baking moulds into simulants and food using ¹H-NMR techniques, *Food Additives and Contaminants*, Vol. 26(3): 395–407.

Helling, R., Kutschbach K., Simat, T.J. 2010. Migration behaviour of silicone moulds in contact with different foodstuffs, *Food Additives and Contaminants*, Vol. 27(3): 396-405.

Helling, R., Seifried, P., Fritzsche, D., Simat, T.J. 2012. Characterisation and migration properties of silicone materials during typical long-term commercial and household use applications: a combined case study, *Food Additives & Contaminants: Part A*, Vol. 29(9):1489–1500.

Küçüköğlü E. 2005. Silikon modifiye akrilik reçinelerin elde edilmesi ve karakterizasyonu. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniv. Fen Bil. Enst., Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Leadbitter, J. 2003. Packaging materials: 5. Polyvinyl chloride for food packaging applications, ILSI Europe Report Series.

Mark, J.E. 1999. Polymer Data Handbook. Oxford University Press, <https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html?id=54cb97e9d5a3f2247b8b45f7&assetKey=AS%3A273687436038144%401442263577282>–(Erişimtarihi: 20.10.2013).

Meuwly, R., Brunner, K., Fragnière, C., Sager, F., Dudler, V. 2005. Heat stability and migration from silicone baking moulds, *Mitt. Lebensm. Hyg.*, Vol:96, Switzerland.

Oshita, K., Omori, K., Takaoka, M., Mizuno, T. 2014. Removal of siloxanes in sewage sludge by thermal treatment with gas stripping, *Energy Conversion and Management*, Vol:81:290-297.

Pringer, O. 2007. Chemical migration and food contact materials Chapter 8: Mathematical modelling of chemical migration from food contact materials, Edited by K.A. Barnes, C.R. Sinclair, D.H. Watson, Woodhead Publishing Limited, Cambridge England, 464 s.

Saçak, M., 2010. Polimer kimyası. Gazi Kitabevi, 5.Baskı, Ankara, 525 s.

Sırımoğlu, N., Talay, A., Öziş, A., İşler, R. Plastik ambalaj malzemeleri için uygulanan kalite kontrol testleri, Petkim Petrokimya Holding A.Ş., Aliğa. <http://www.petkim.com.tr> – (Erişim tarihi: 20.10.2014).

Skoog, D.A., Holler, F.J., Crouch, S.R. 2013. Enstrümental analiz ilkeleri, Editörler E.Kılıç, H. Yılmaz, Bilim Yayıncılık, 6.Baskı, Ankara, 1035 s.

Sun, D.W. 2009. Infrared spectroscopy for food quality analysis and control. Elsevier.

Tice, P. 2002. Packaging materials: 3. Polypropylene as a packaging material for food and beverages, ILSI Europe Report Series.

Tice, P. 2003. Packaging materials: 4. Polyethylene for food packaging applications, ILSI Europe Report Series.

Üçüncü, M. 2007. Gıda ambalajlama teknolojisi. İzmir, 896 s.

Yaman, M. 2014. Enstrümantal Analiz Ders Notları.
<http://www.profdrmehmetyaman.com> – (Erişim tarihi: 15.10.2014).

Yilgör, E., Yilgör, İ. 2014. Silicone containing copolymers: Synthesis, properties and applications, *Progress in Polymer Science*, 39:1165-1195.

Yılmaz, B., Seyhan, S. 2012. Polimer ve plastik analizlerinde analitik cihazların yeri ve bir uygulama örneği: EGA-GCMS ile gaz analizleri. <http://www.antteknik.com/tr> - (Erişim tarihi: 20.10.2014).

Zeddani, C., Belhaneche-Bensemra, N. 2010. Kinetic study of the specific migration of an organotin heat stabilizer from rigid poly(vinyl chloride) into food simulants by FT-IR spectroscopy, *International Journal of Polymeric Materials*, 59:318–329.

Zhang, K., Wong, J.W., Begley, T.H., Hayward, D.G., William, L. 2012. Determination of siloxanes in silicone products and potential migration to milk, formula and liquid simulants, *Food Additives and Contaminants*, Vol. 29(8):1311–1321.

EKLER

- EK 1.** P1-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 2.** P2-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 3.** P3-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 4.** P4-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 5.** P5-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 6.** P6-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 7.** P7-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 8.** P8-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 9.** P8-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 10.** P9-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 11.** P10-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 12.** P10-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 13.** P10-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 14.** P10-4 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 15.** P10-5 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 16.** P11-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler

- EK 17.** P12-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 18.** P13-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 19.** P14-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 20.** P15-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 21.** P16-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 22.** P17-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 23.** P18-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 24.** P19-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 25.** P19-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 26.** P20-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 27.** P21-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 28.** P22-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 29.** P22-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 30.** S1-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 31.** S2-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 32.** S3-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler

- EK 33.** S3-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 34.** S3-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 35.** S3-4 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 36.** S4-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 37.** S4-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 38.** S4-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 39.** S4-4 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 40.** S4-5 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 41.** S5-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 42.** S6-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 43.** S7-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 44.** S7-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 45.** S7-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 46.** S8-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 47.** S8-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 48.** S8-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler

- EK 49.** S8-4 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 50.** S8-5 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 51.** S8-6 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 52.** S8-7 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 53.** S9-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 54.** S10-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 55.** S11-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 56.** S11-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 57.** S11-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler
- EK 58.** P1, P2, P3 ve P4 kodlu plastik numunelerin DSC termogramları
- EK 59.** P5, P6, P7 ve P8-1 kodlu plastik numunelerin DSC termogramları
- EK 60.** P8-2, P9, P10-1 ve P10-2 kodlu plastik numunelerin DSC termogramları
- EK 61.** P10-3, P10-4, P10-5 ve P11 kodlu plastik numunelerin DSC termogramları
- EK 62.** P12, P13, P14 ve P15 kodlu plastik numunelerin DSC termogramları
- EK 63.** P16, P17, P18 ve P19-1 kodlu plastik numunelerin DSC termogramları
- EK 64.** P19-2, P20, P21 ve P22-1 kodlu plastik numunelerin DSC termogramları
- EK 65.** P22-12 kodlu plastik numunenin DSC termogramı
- EK 66.** S1, S2, S3-1 ve S3-2 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları
- EK 67.** S3-3, S3-4, S4-1 ve S4-2 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları
- EK 68.** S4-3, S4-4, S4-5 ve S5 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları
- EK 69.** S6, S7-1, S7-2 ve S7-3 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları

- EK 70.** S8-1, S8-2, S8-3 ve S8-4 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları
- EK 71.** S8-5, S8-6, S8-7 ve S9 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları
- EK 72.** S10, S11-1, S11-2 ve S11-3 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları
- EK 73.** P1, P2, P3 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 74.** P4, P5, P6 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 75.** P8-2, P9, P10-1 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 76.** P12, P14, P15 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 77.** P17, P19-2, P10-2 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 78.** P7, P8-1, P21 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 79.** P10-3, P18, P10-5, P16-1 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 80.** P11, P13 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 81.** P19-1, P20, P22-1, P22-2, P10-4 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 82.** P3, P7, P8-1, P8-2, P10-1, P10-2, P10-4, P12, P14, P16, P20, P21, P22-2 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 83.** P9, P10-3, P17, P19-1, P19-2, P22-1 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 84.** P1, P5, P6, P15 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 85.** S1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 86.** S2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

- EK 87.** S3-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 88.** S3-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 89.** S3-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 90.** S3-4 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 91.** S4-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 92.** S4-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 93.** S4-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 94.** S4-4 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 95.** S4-5 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 96.** S5 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 97.** S6 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 98.** S7-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 99.** S7-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 100.** S7-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 101.** S8-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 102.** S8-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

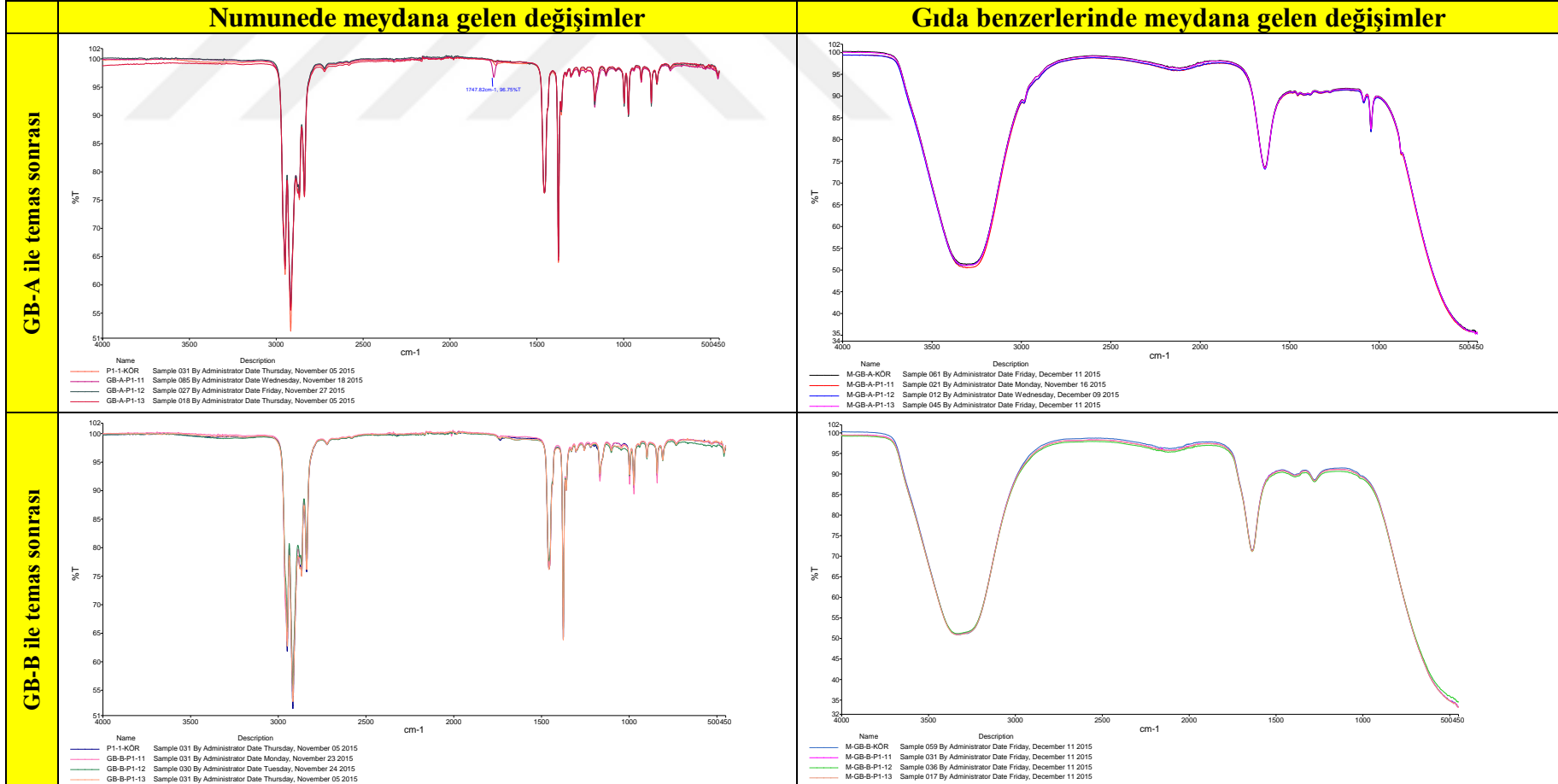
- EK 103.** S8-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 104.** S8-4 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 105.** S8-5 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 106.** S8-6 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 107.** S8-7 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 108.** S9 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 109.** S10 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 110.** S11-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 111.** S11-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 112.** S11-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 113.** S1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 114.** S2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 115.** S3-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 116.** S3-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 117.** S3-3 ve S3-4 kodlu silikon numunelerden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 118.** S4-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

- EK 119.** S4-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 120.** S4-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 121.** S4-4 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 122.** S4-5 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 123.** S5 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 124.** S6 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 125.** S7-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 126.** S7-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 127.** S7-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 128.** S8-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 129.** S8-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 130.** S8-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 131.** S8-4 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 132.** S8-5 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 133.** S8-6 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 134.** S8-7 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 135.** S9 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

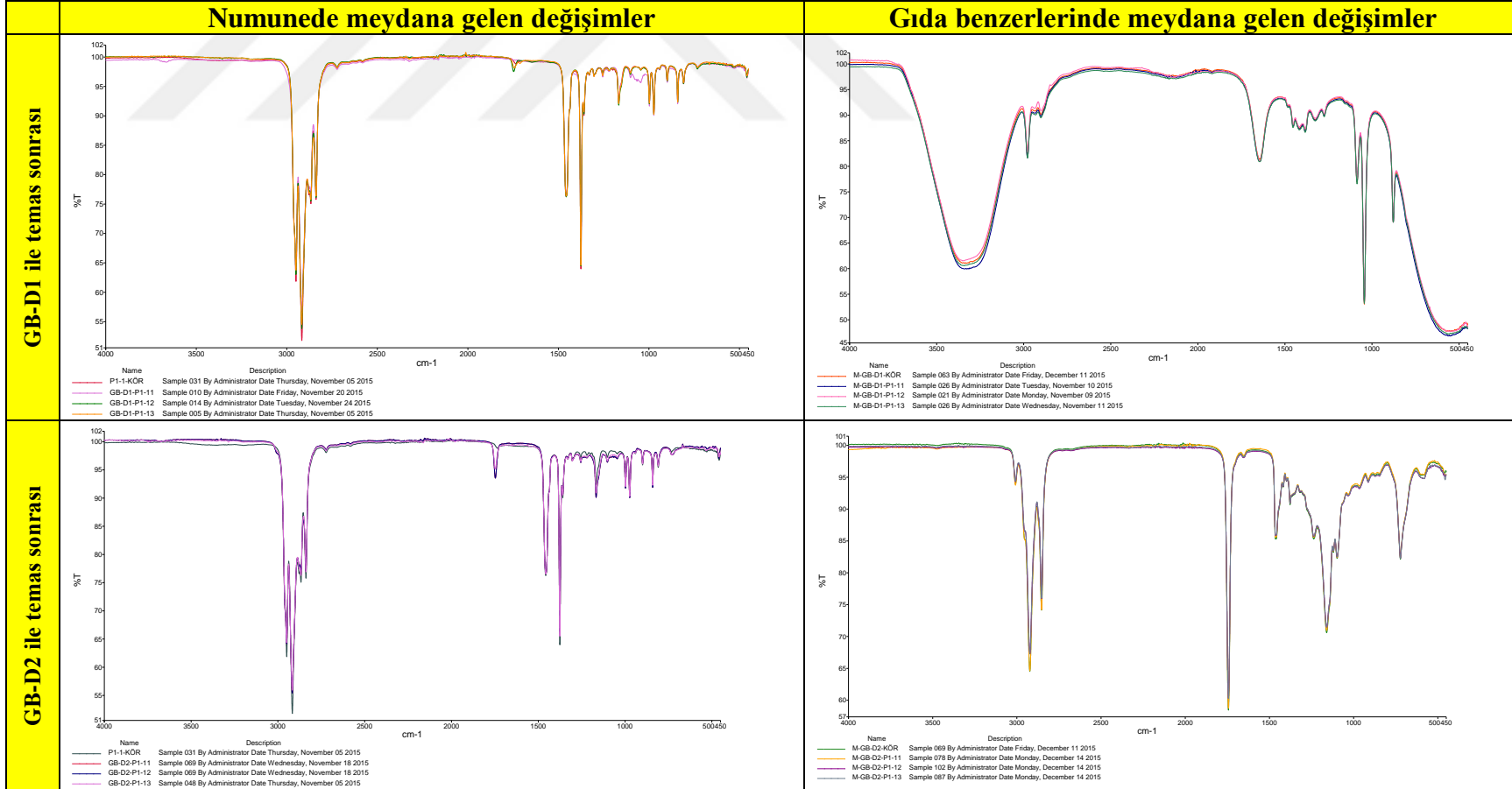
- EK 136.** S10 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 137.** S11-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 138.** S11-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları
- EK 139.** S11-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları



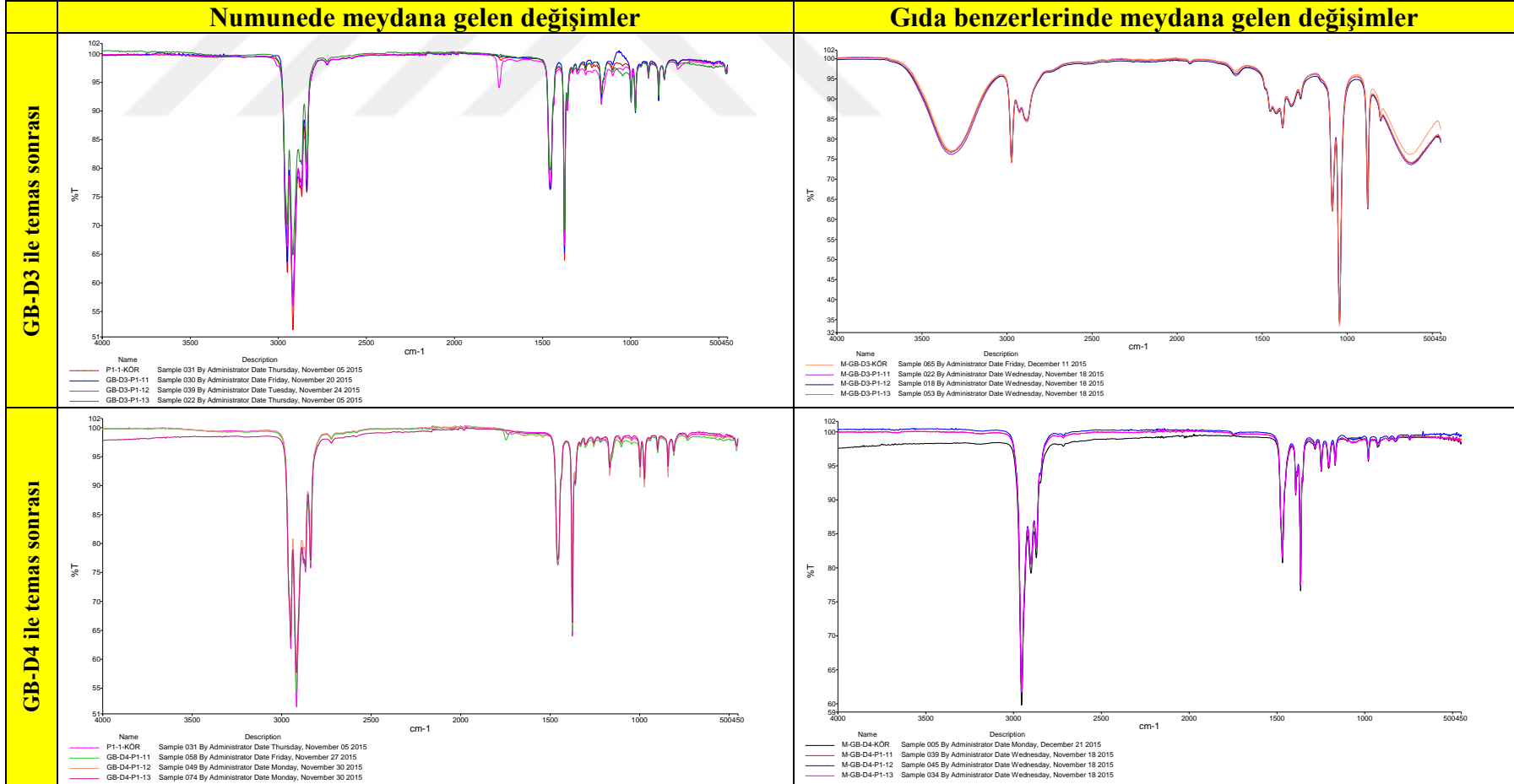
EK 1. P1-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



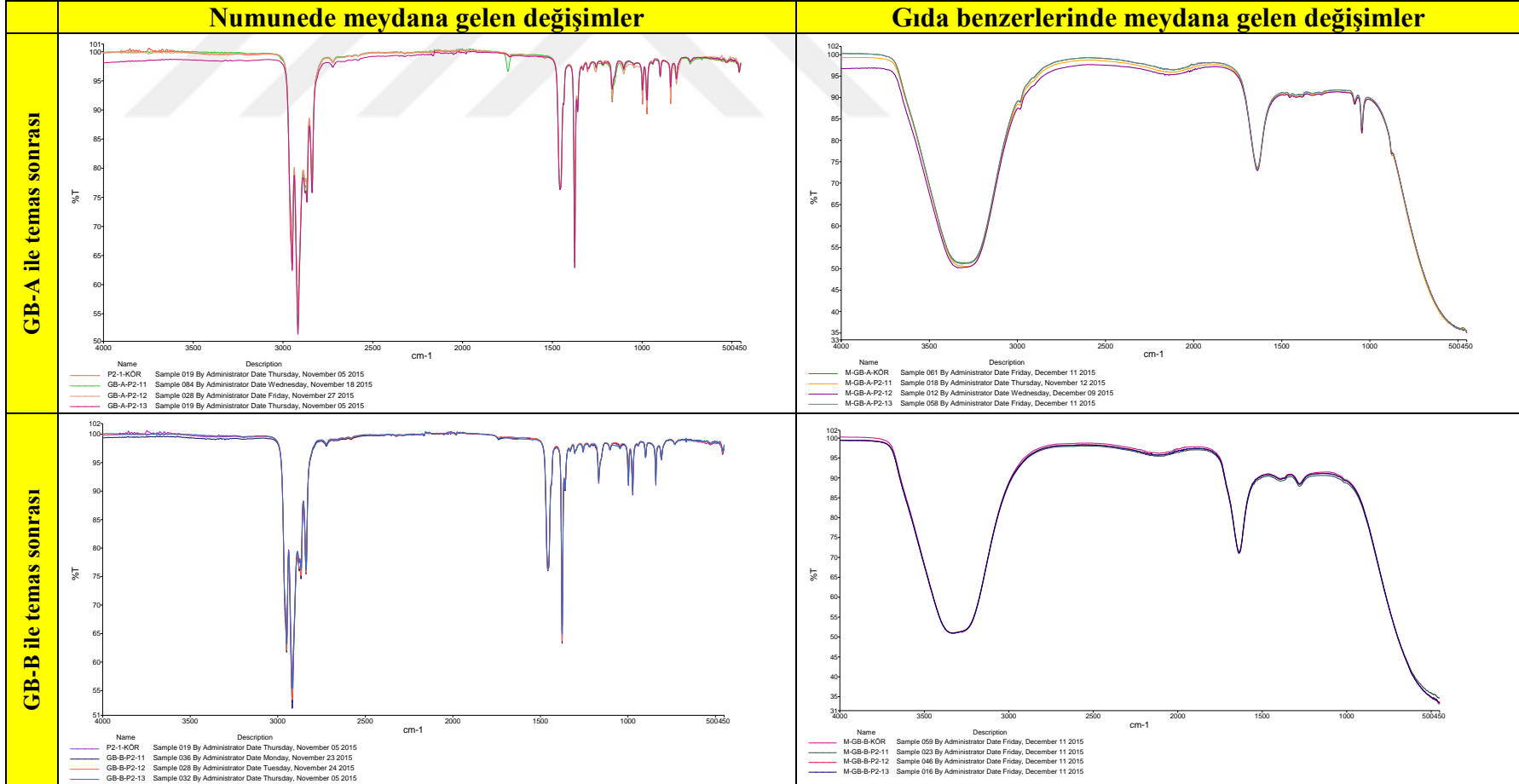
EK 1. P1-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



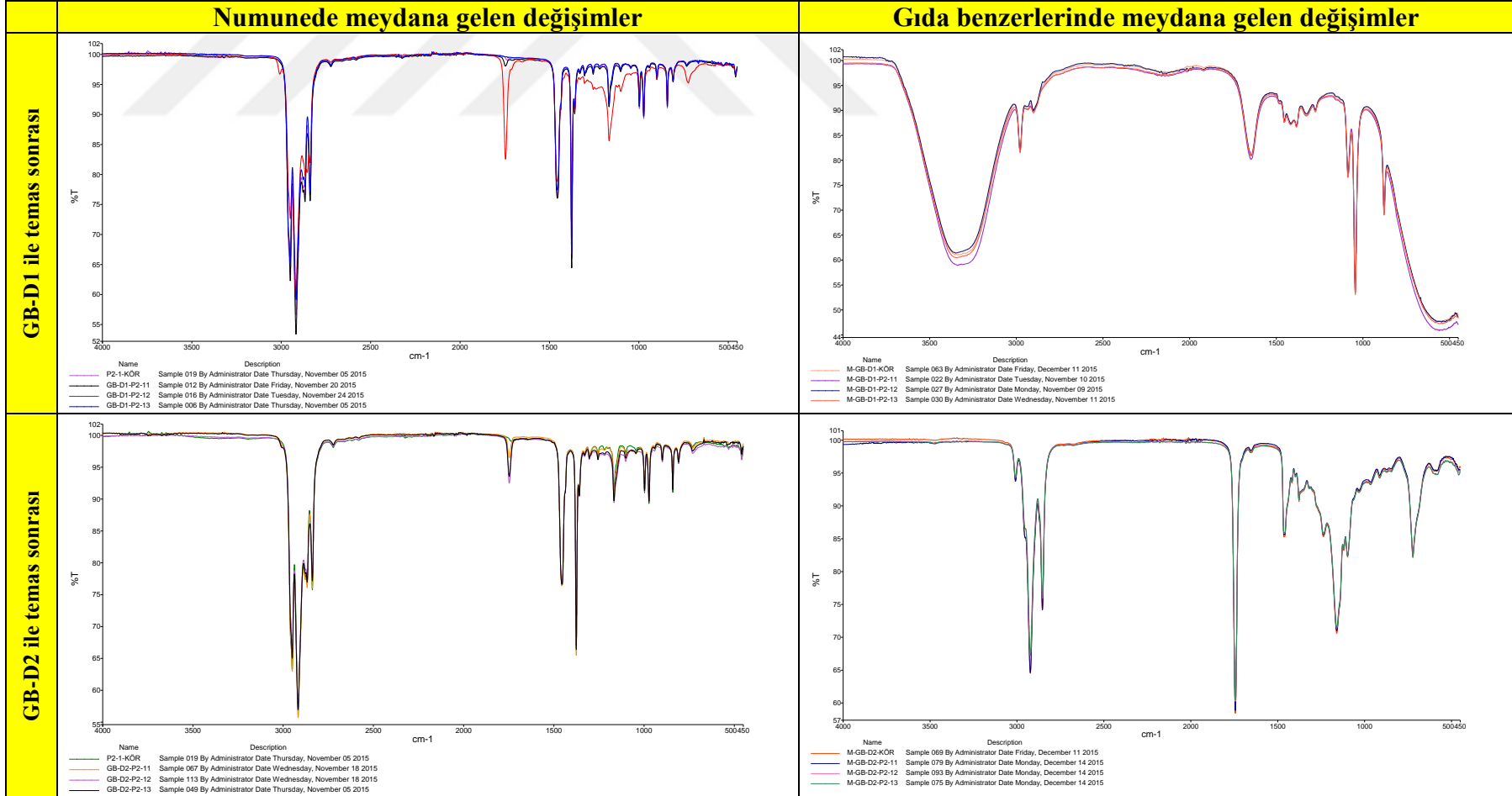
EK 1. P1-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



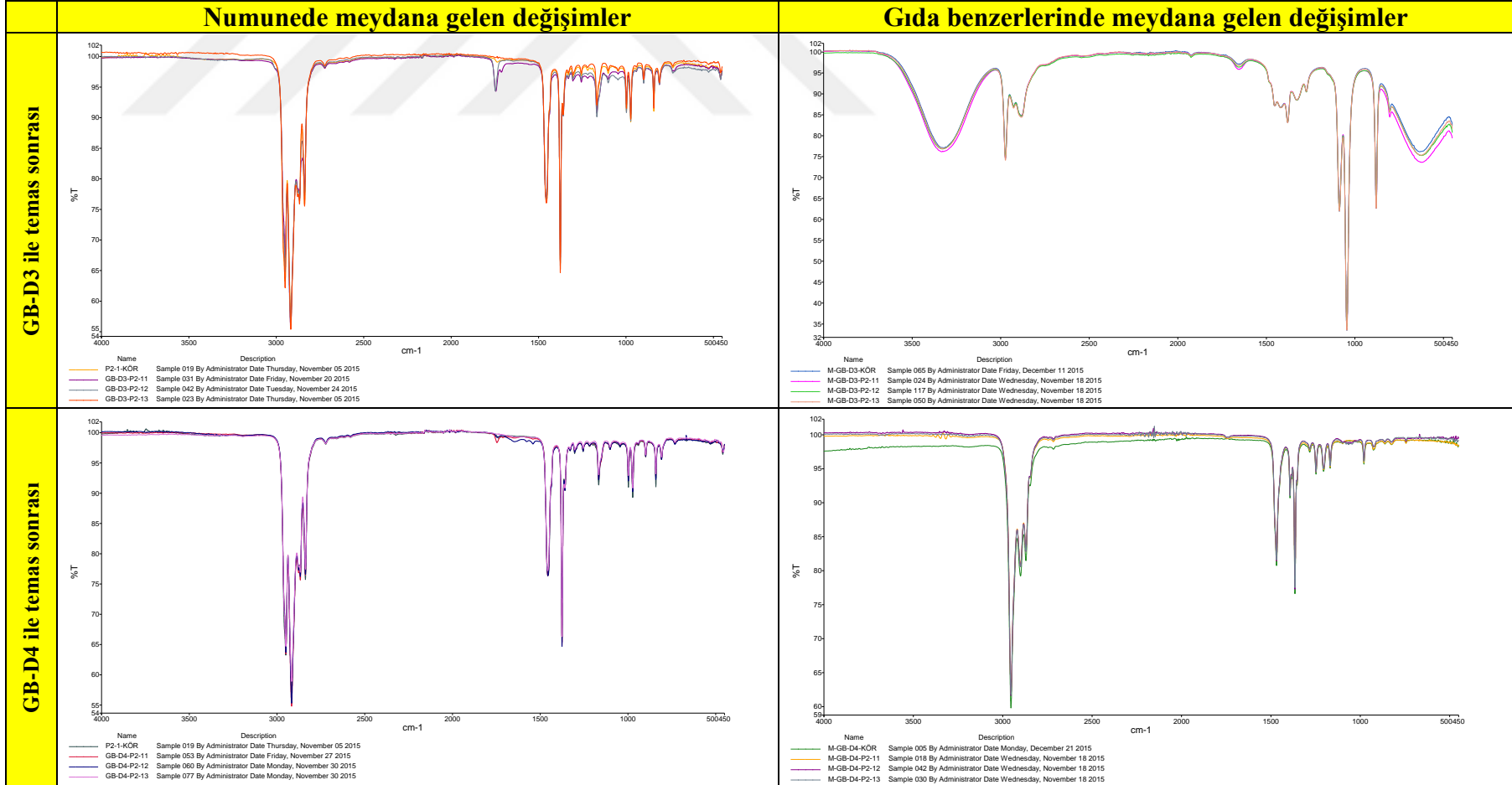
EK 2. P2-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



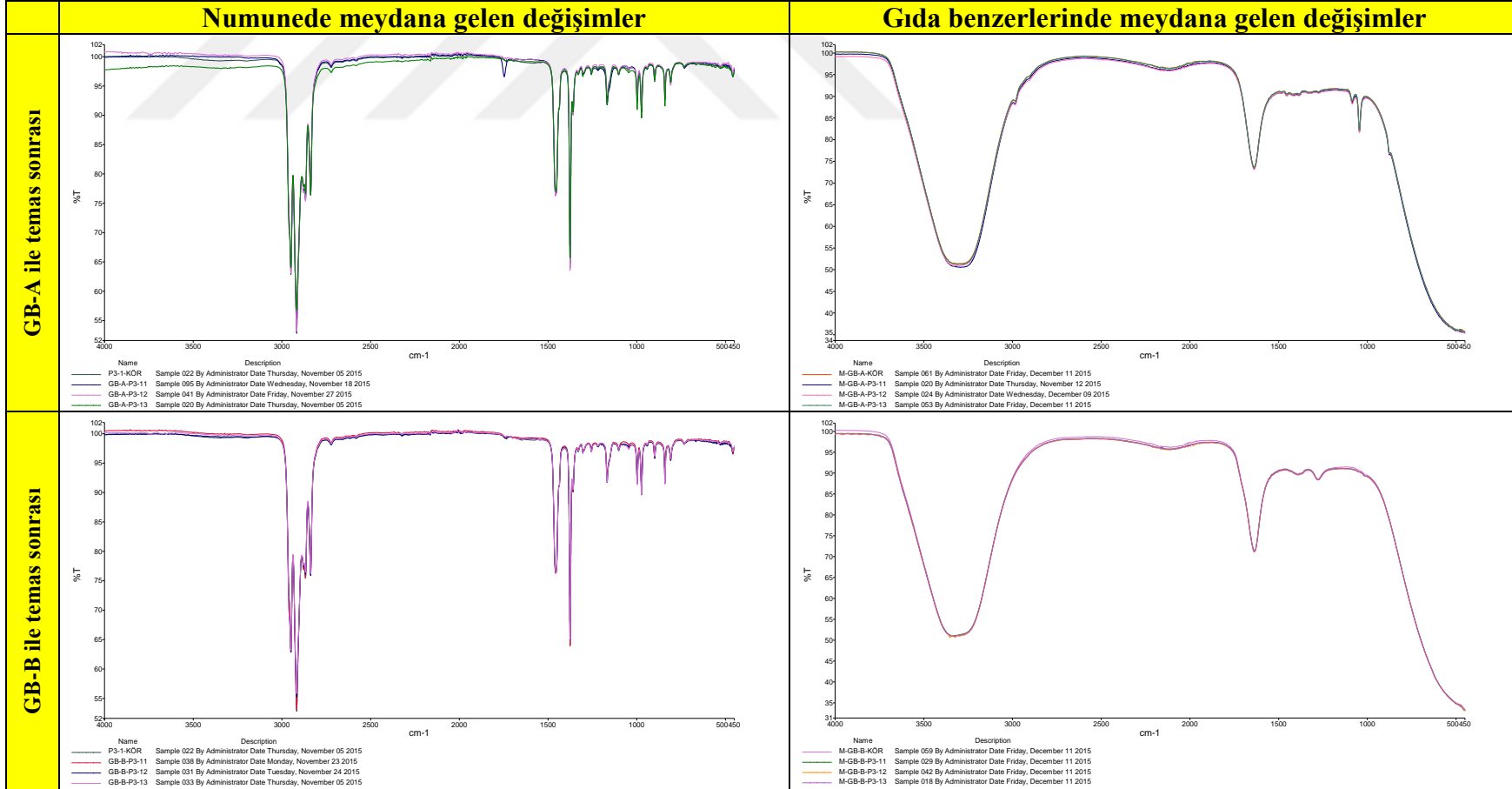
EK 2. P2-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



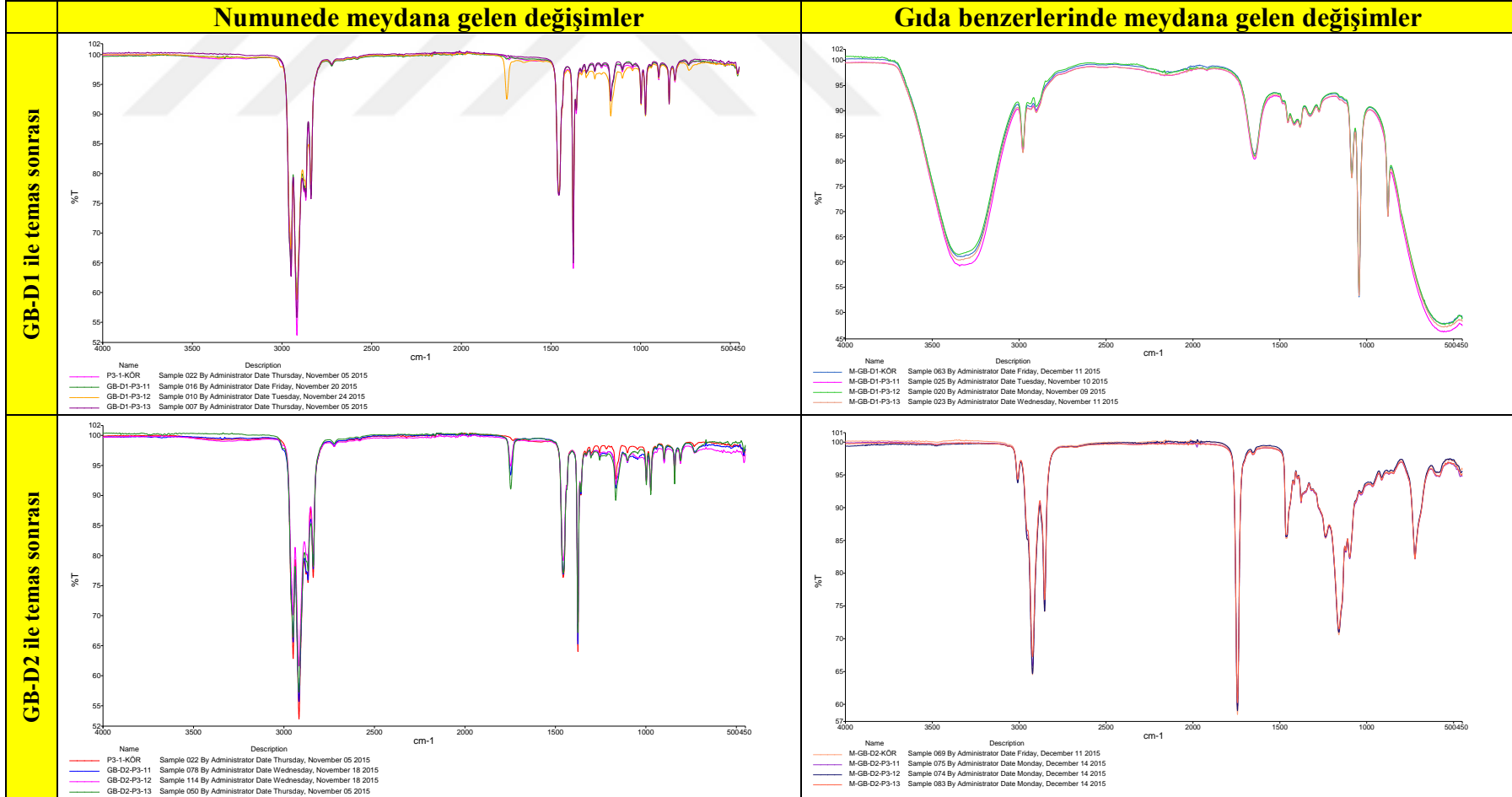
EK 2. P2-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



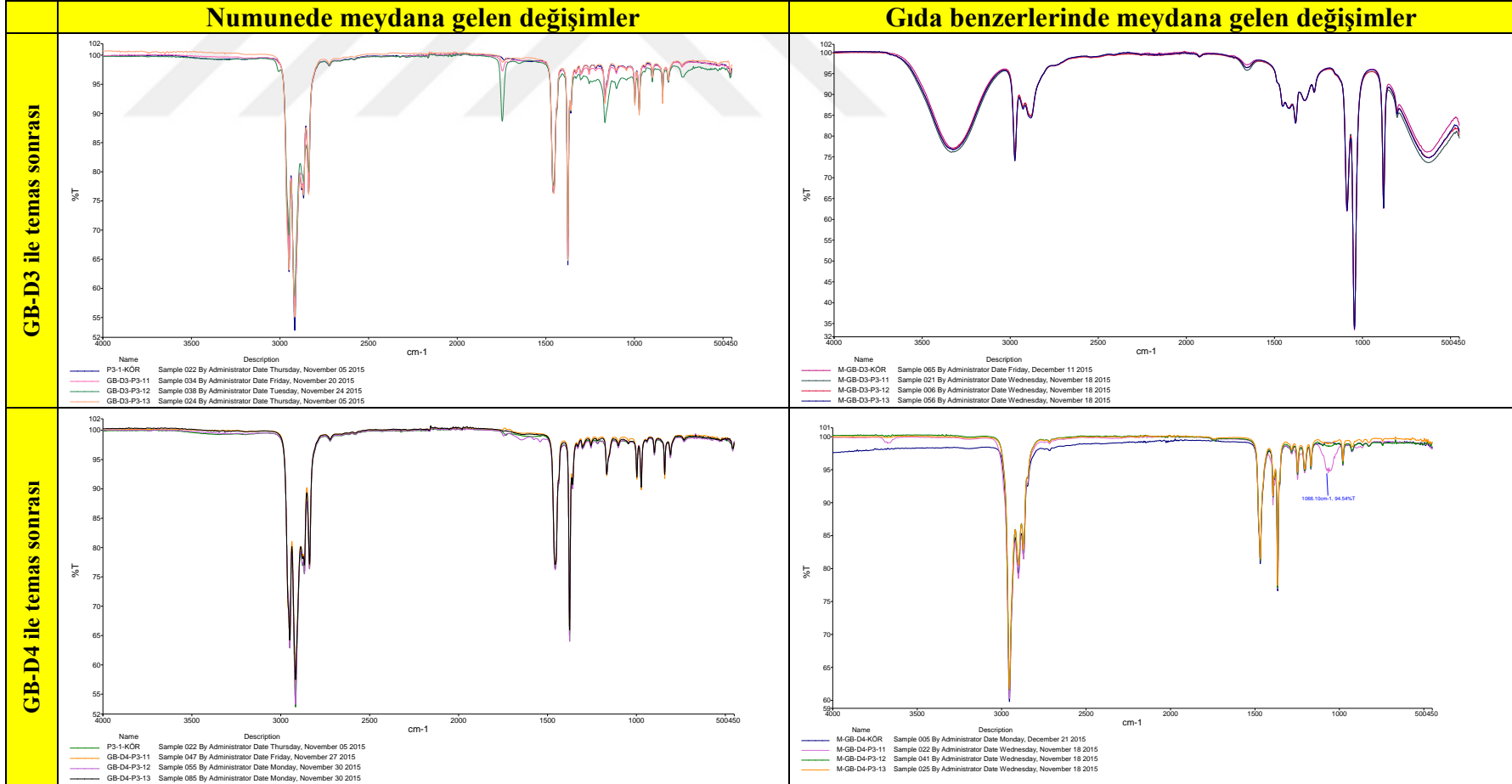
EK 3. P3-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



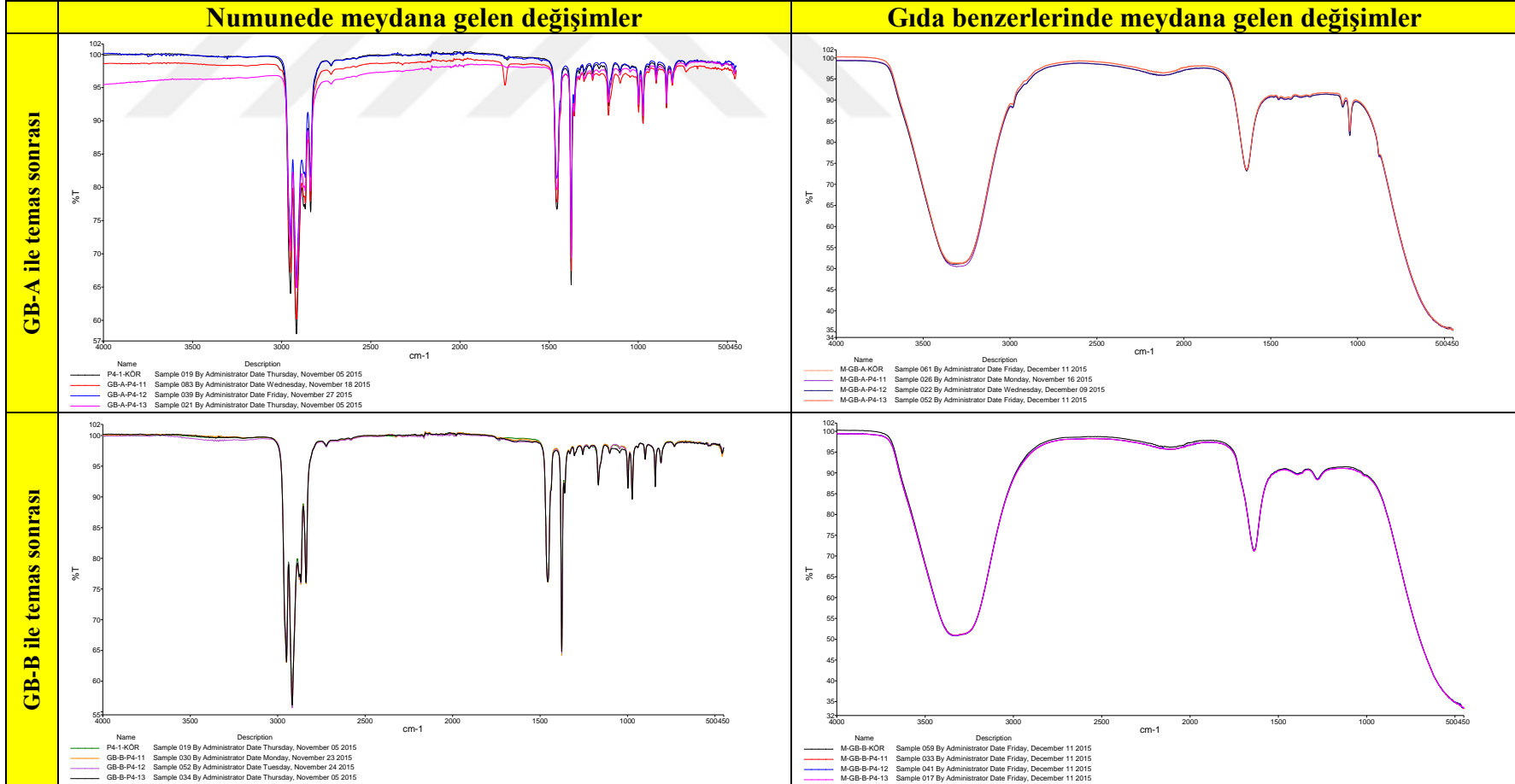
EK 3. P3-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



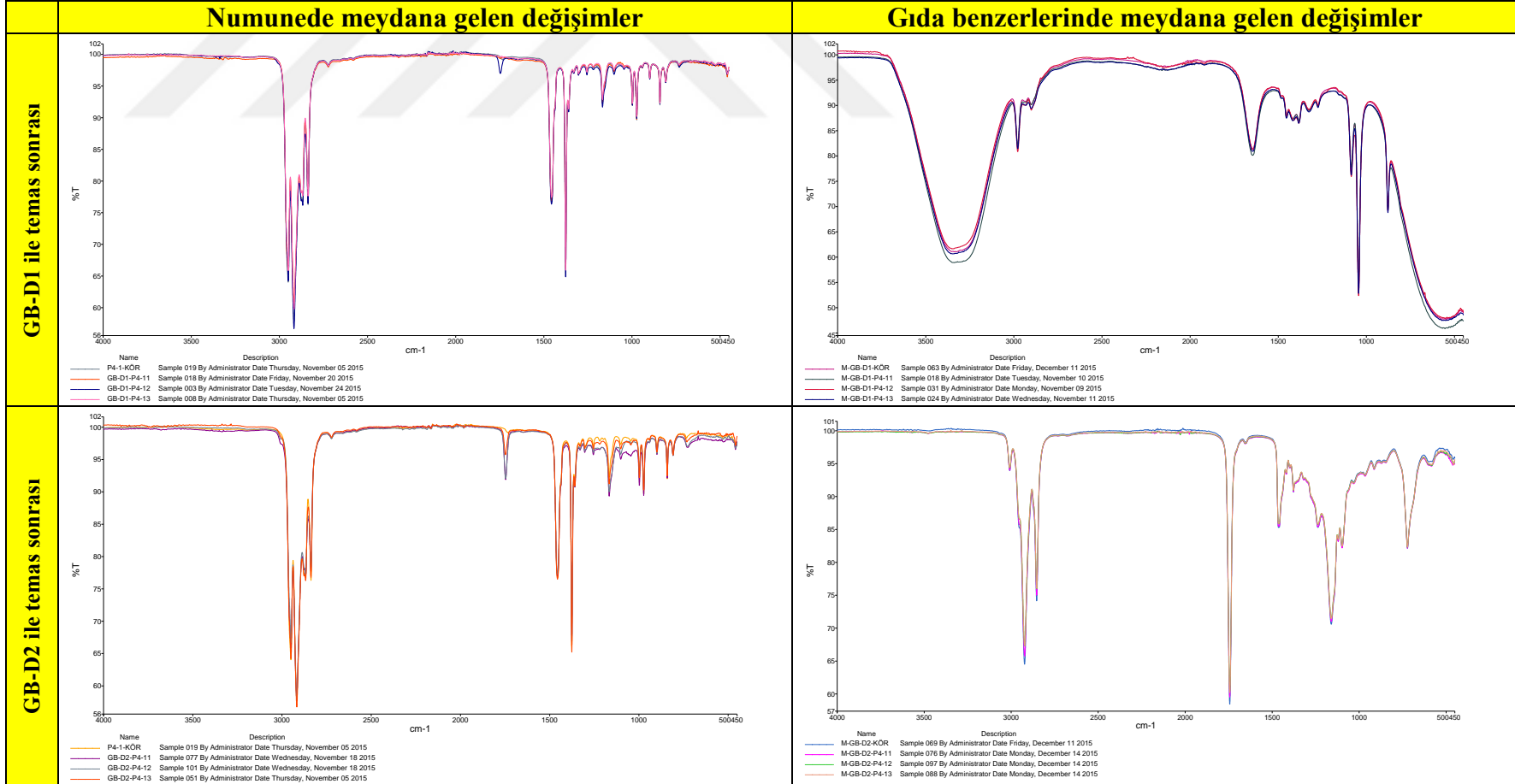
EK 3. P3-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



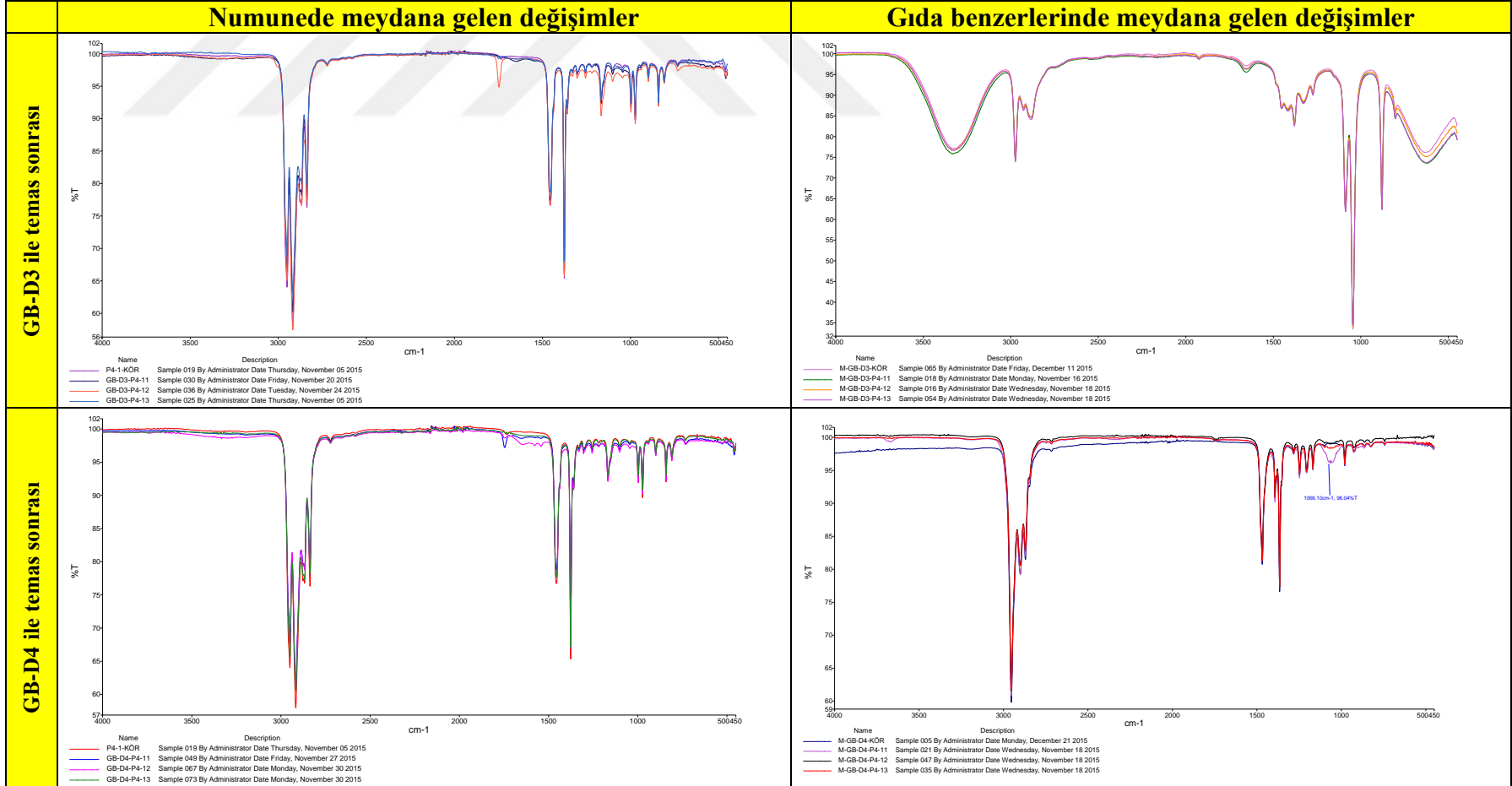
EK 4. P4-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



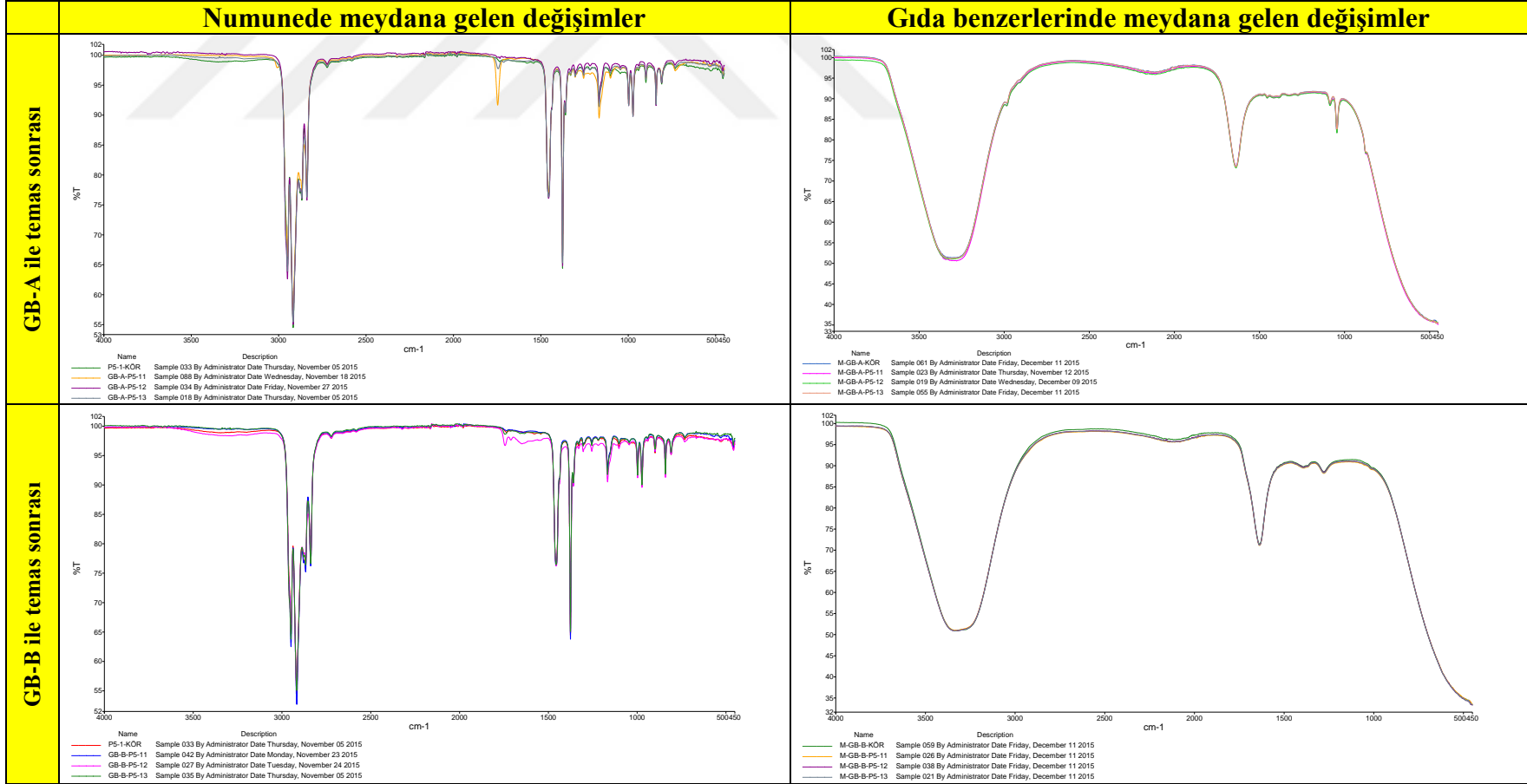
EK 4. P4-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



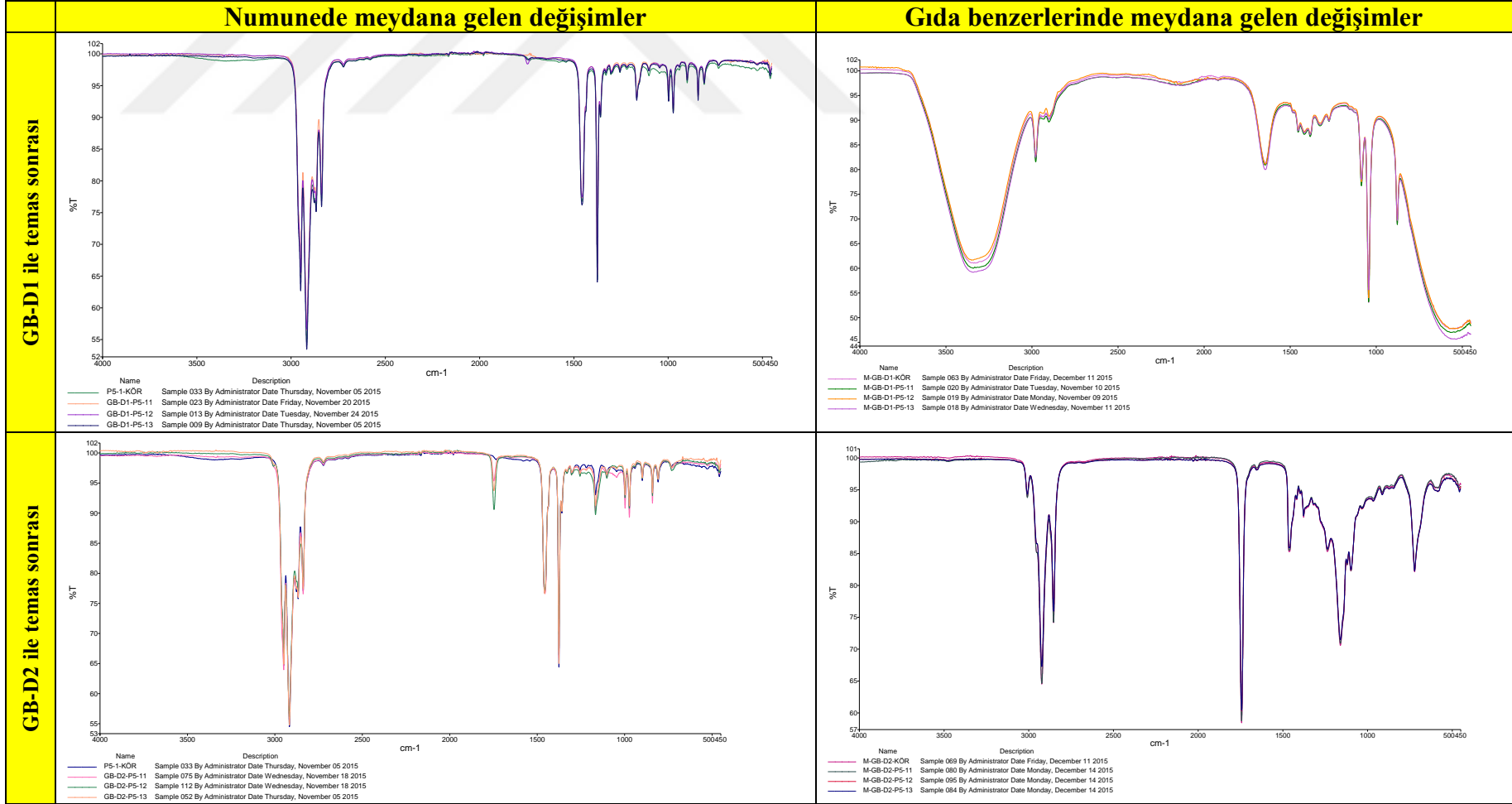
EK 4. P4-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



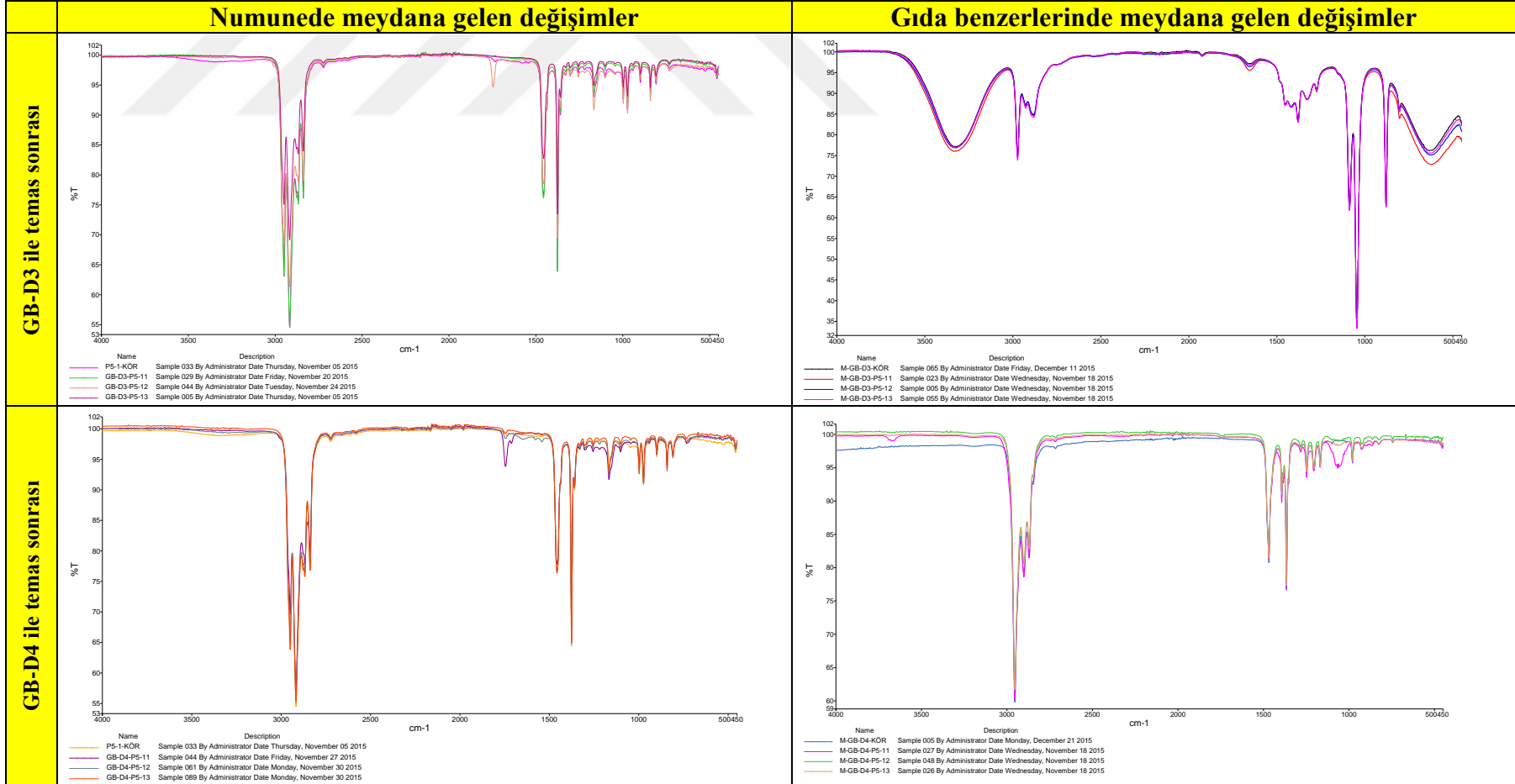
EK 5. P5-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



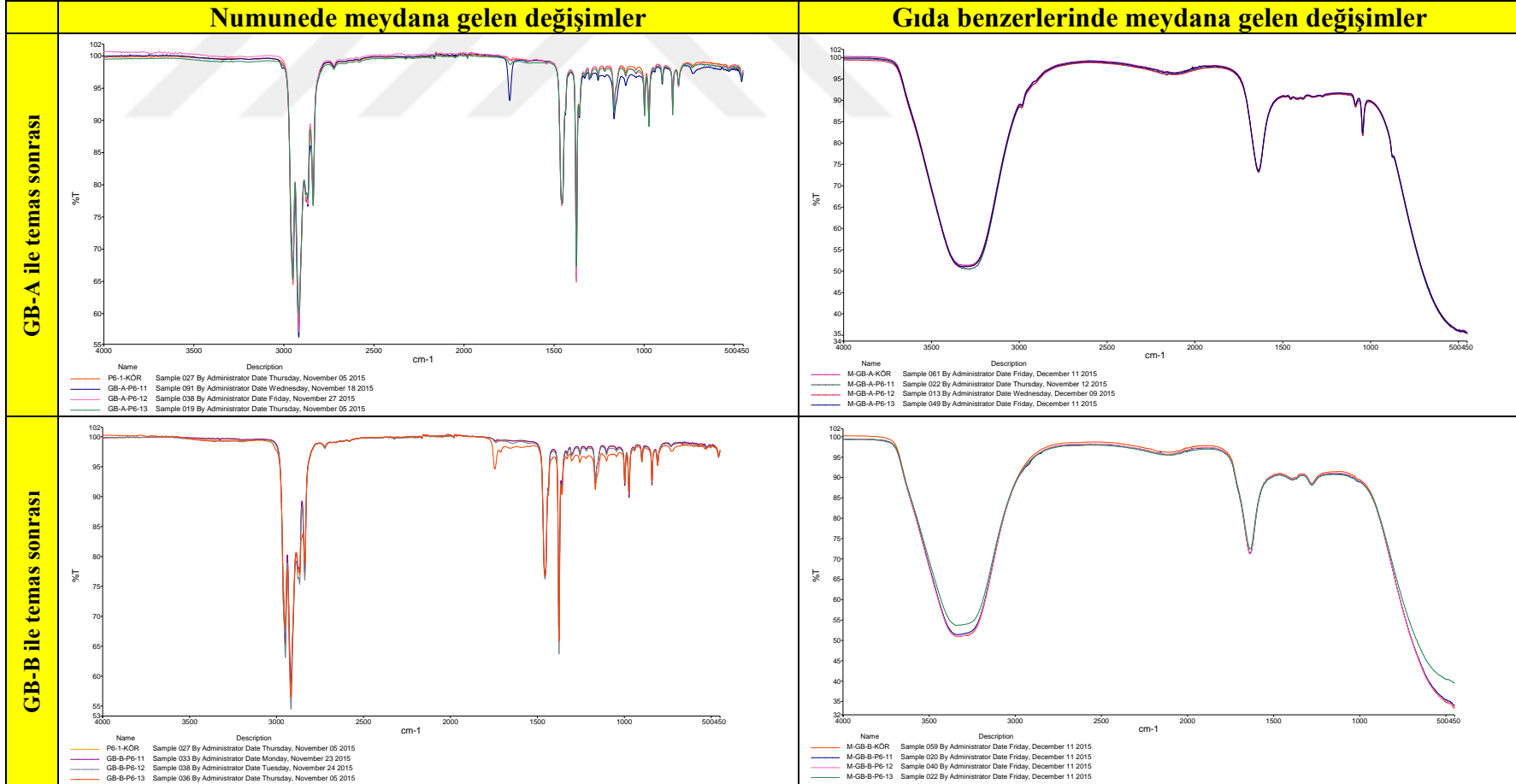
EK 5. P5-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



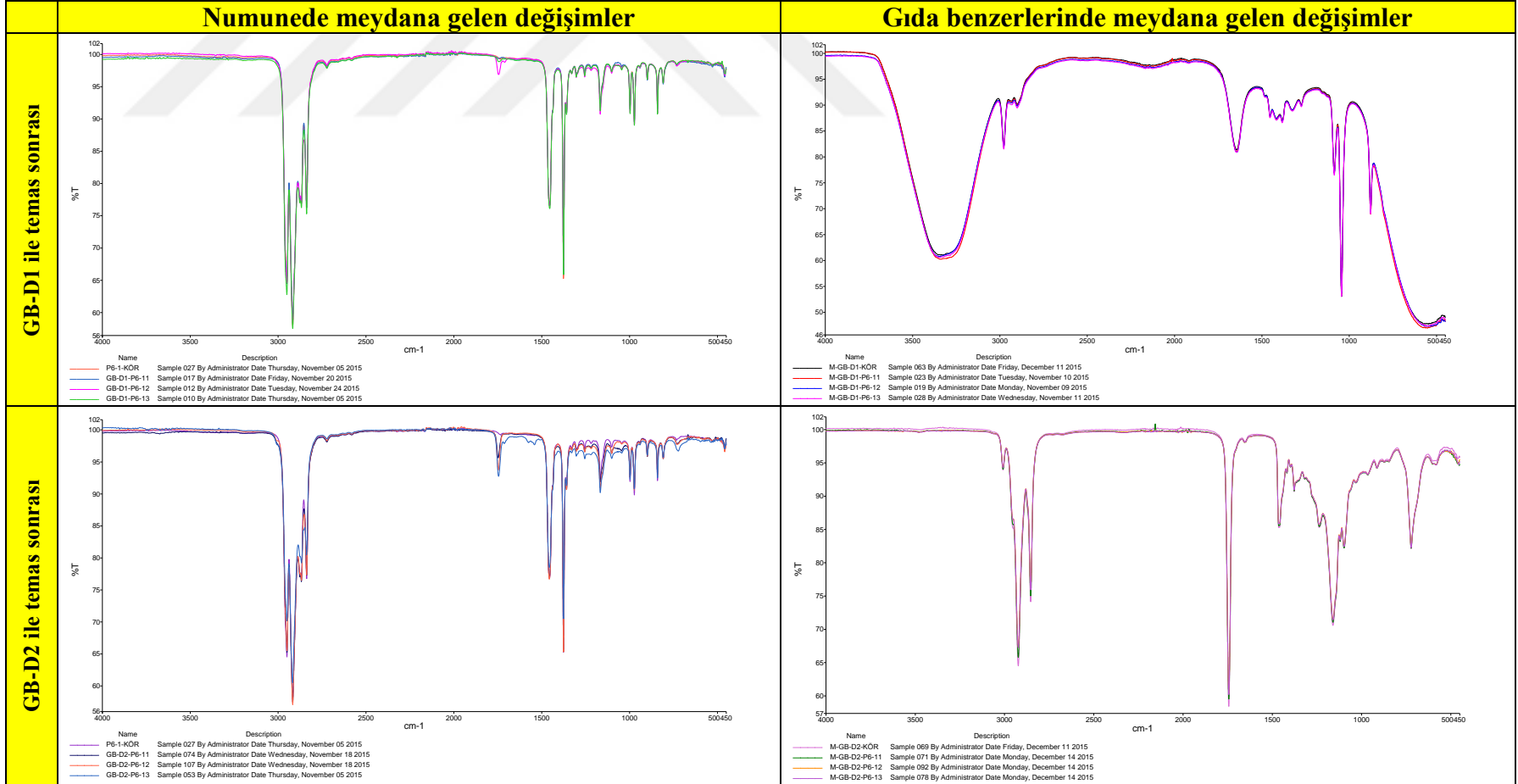
EK 5. P5-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



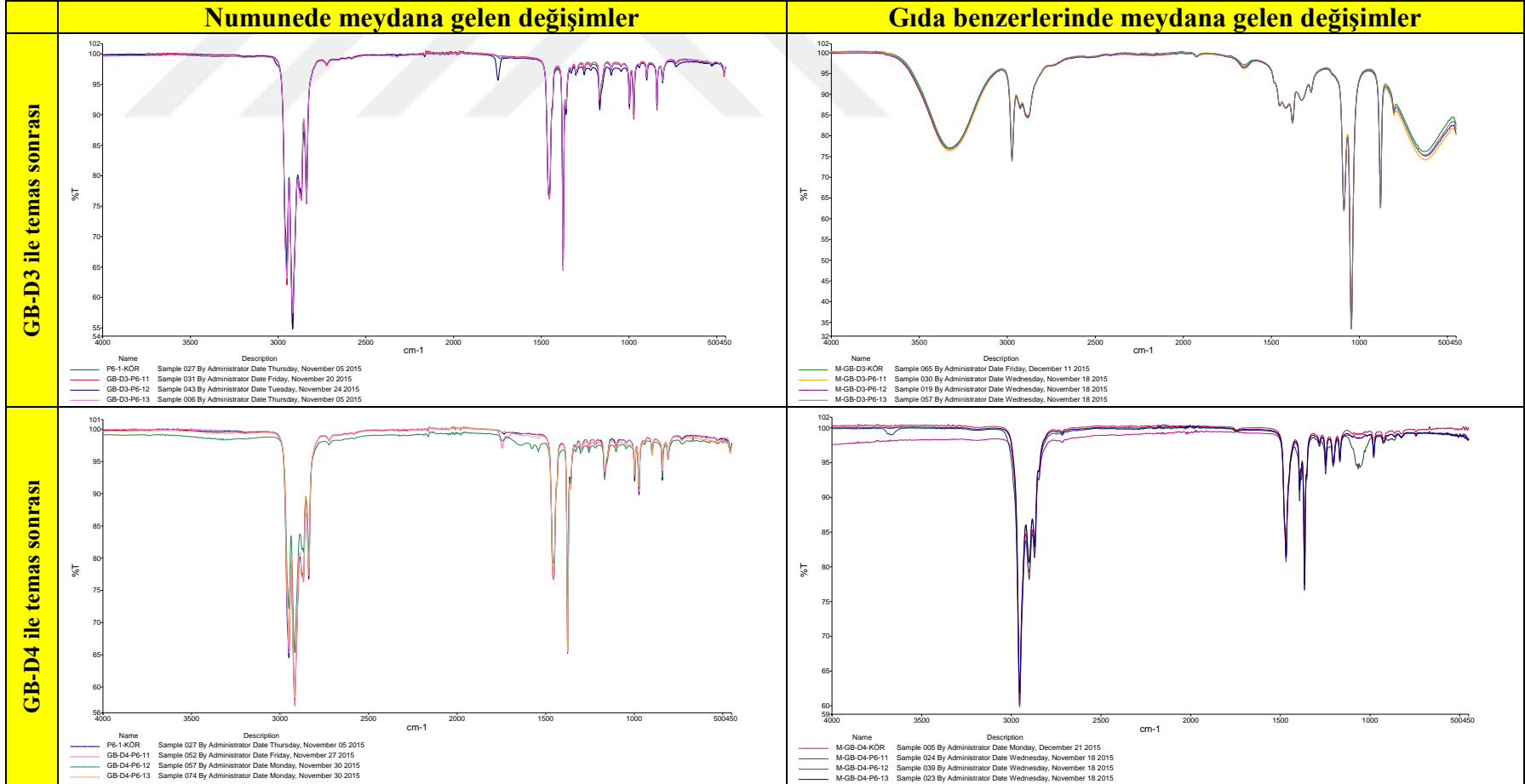
EK 6. P6-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



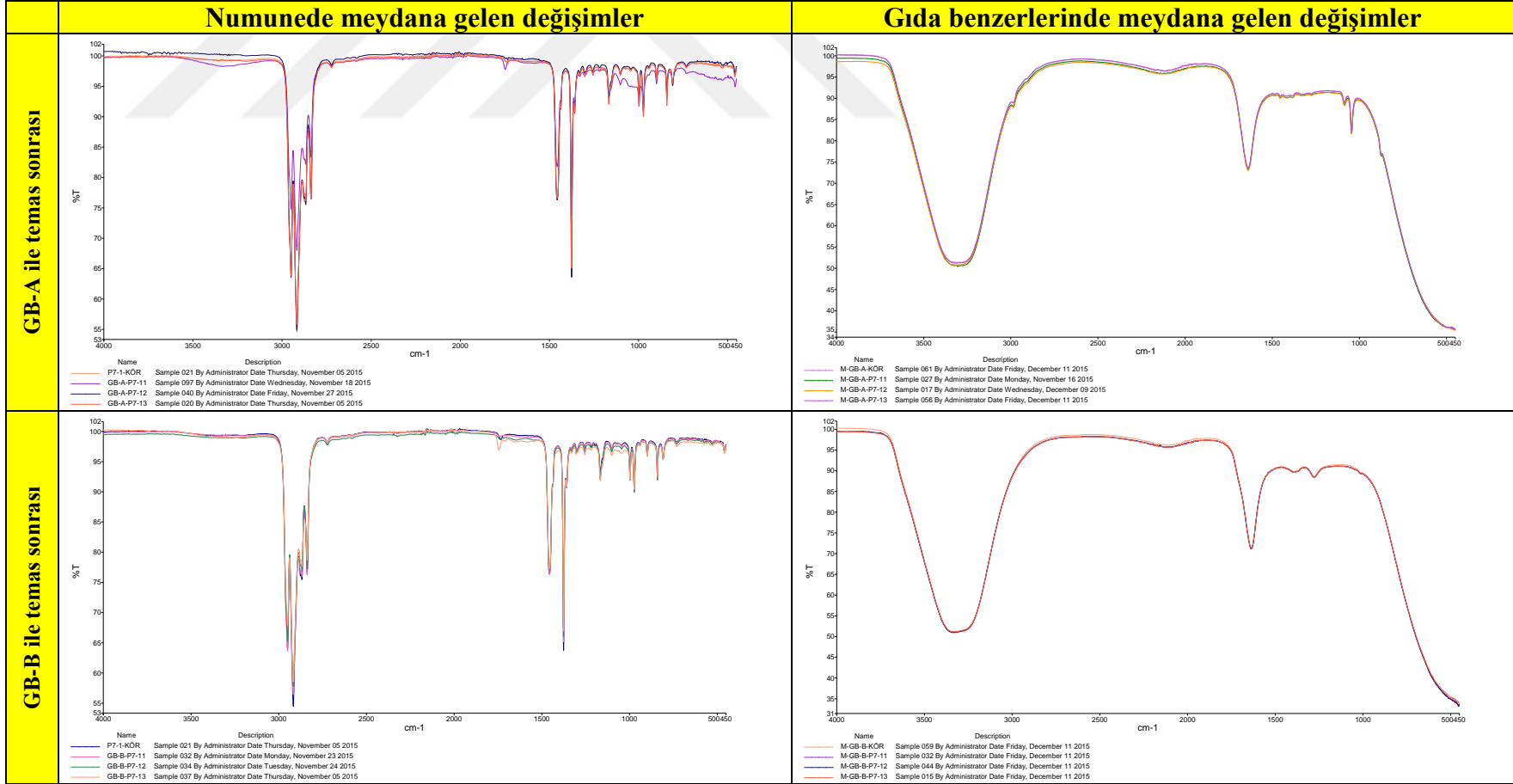
EK 6. P6-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



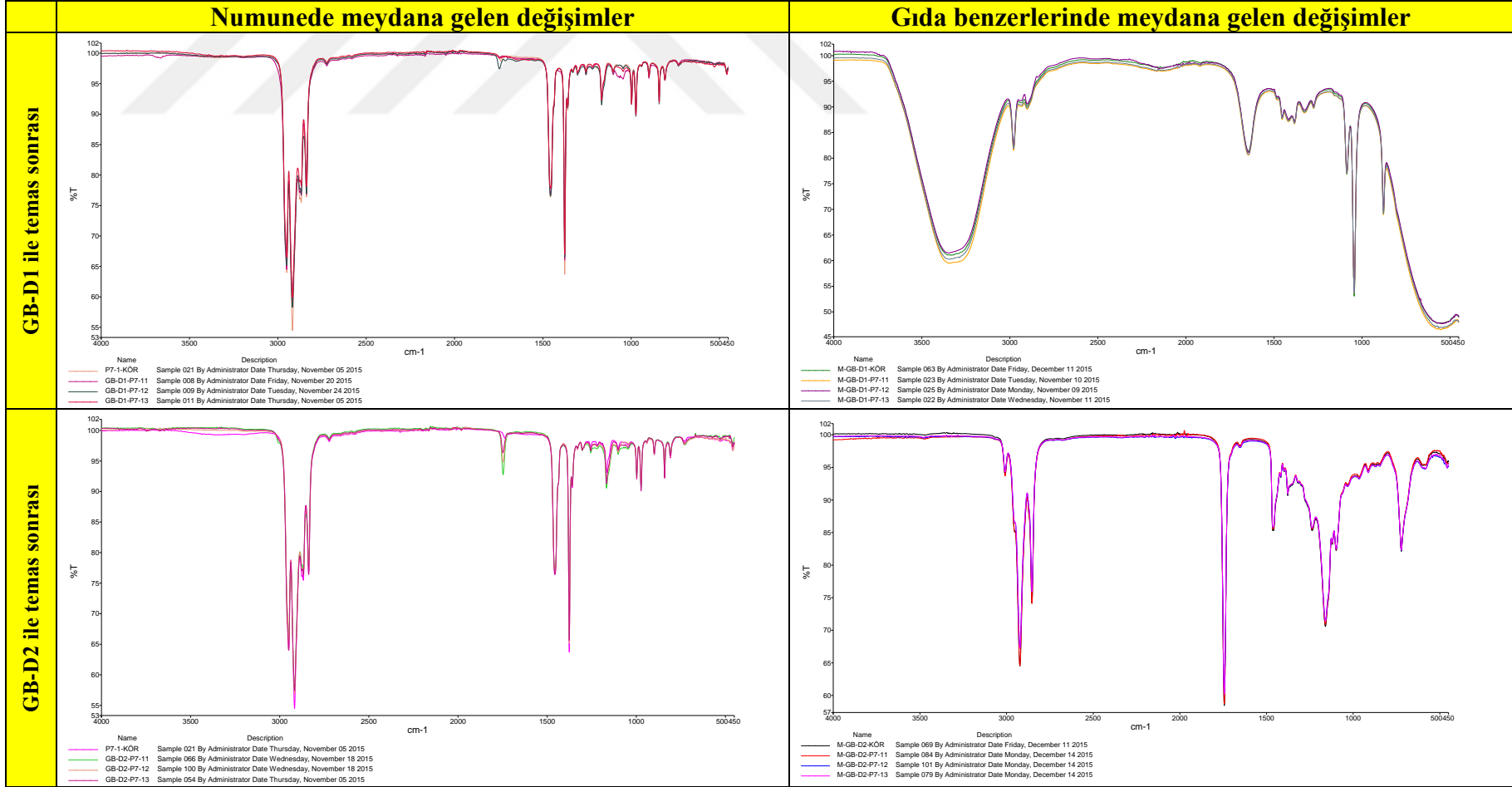
EK 6. P6-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



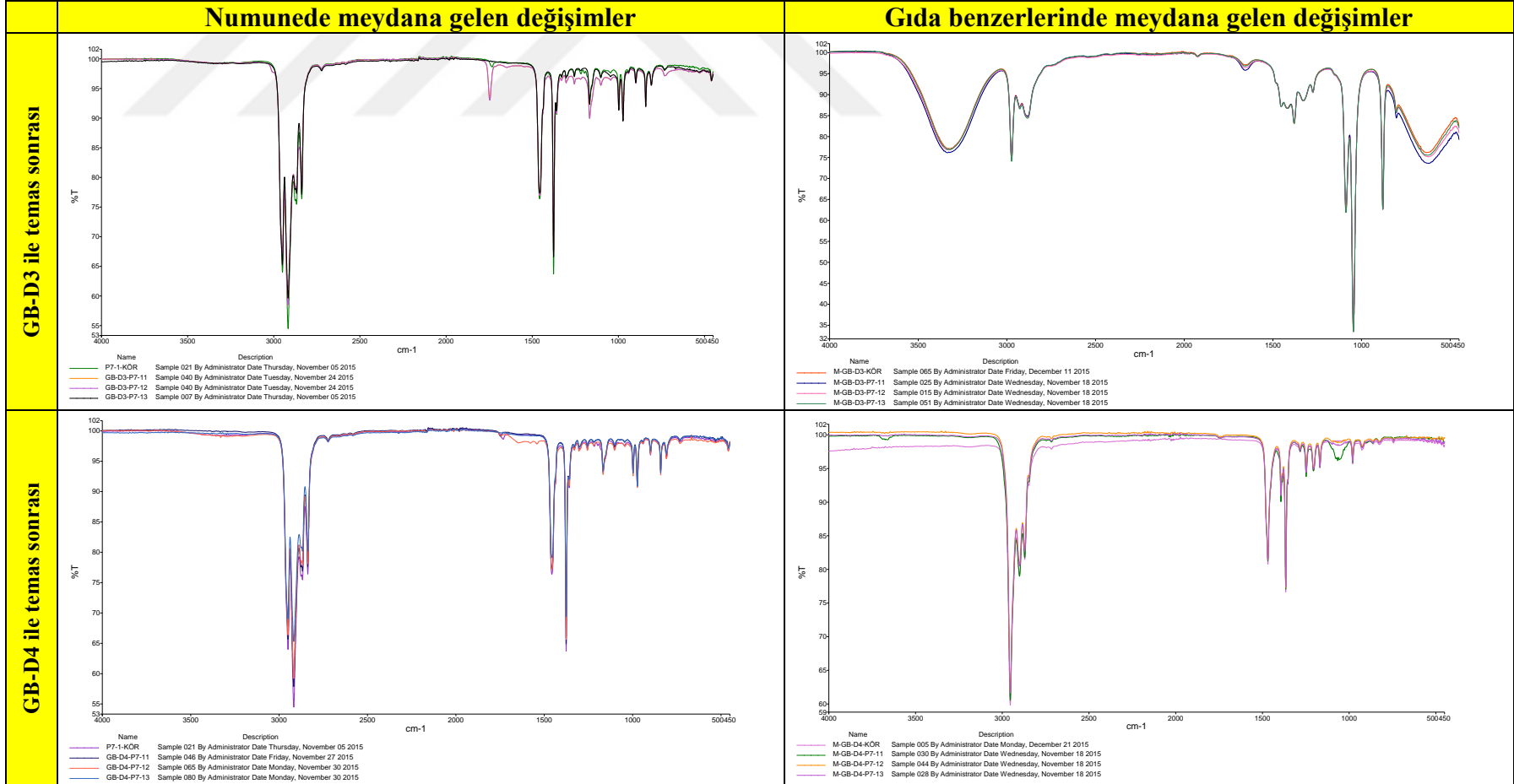
EK 7. P7-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



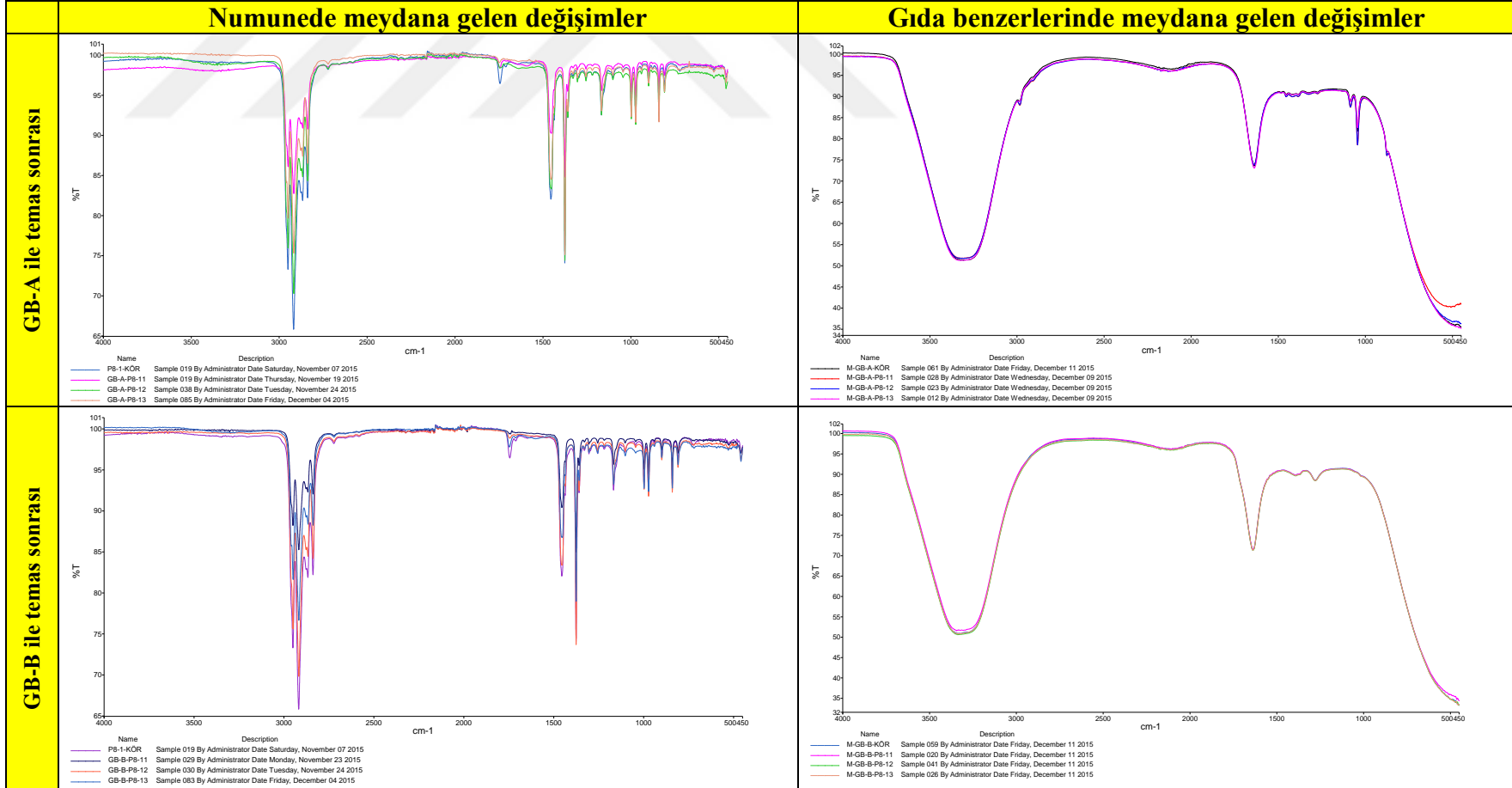
EK 7. P7-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



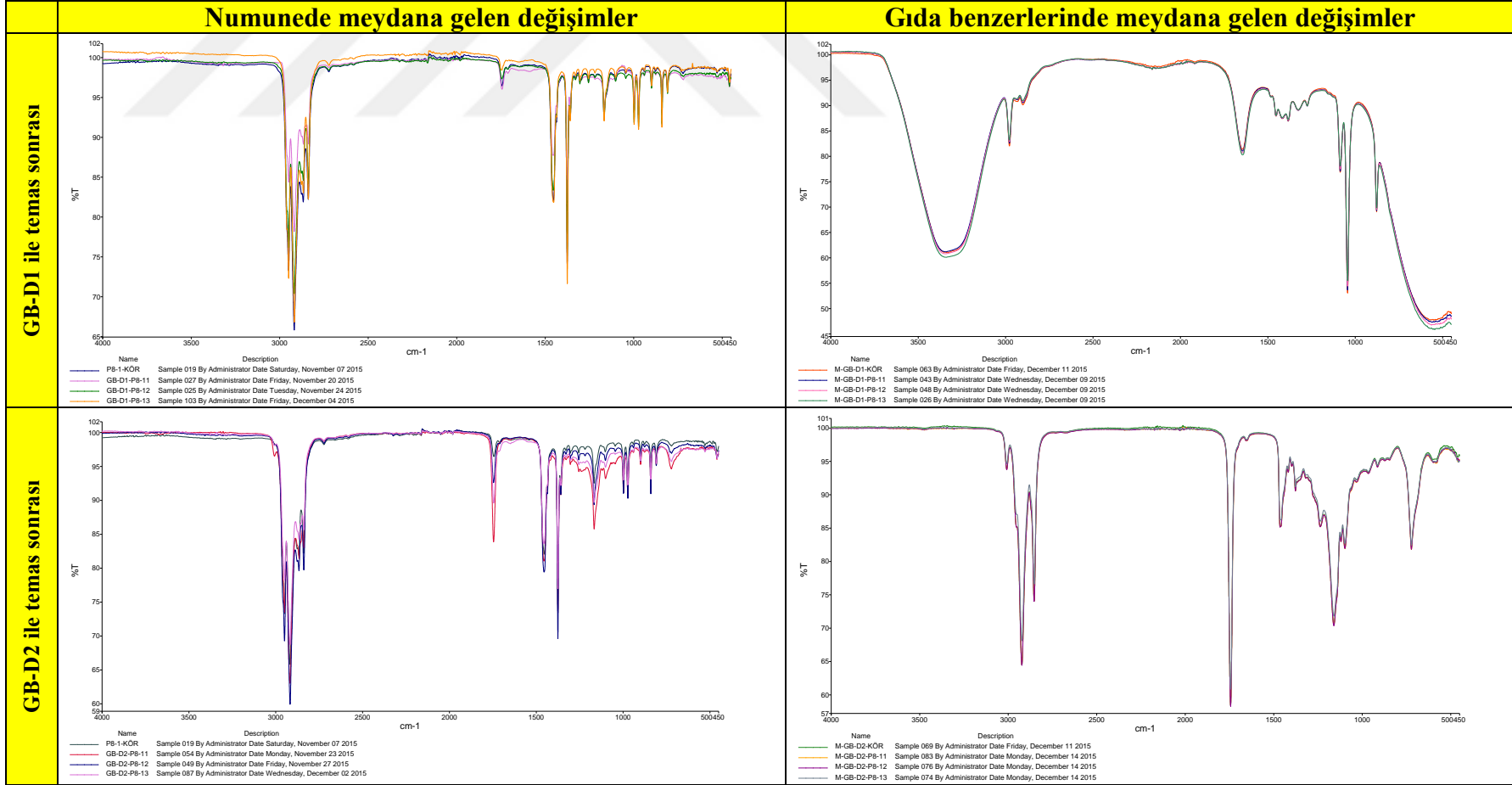
EK 7. P7-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



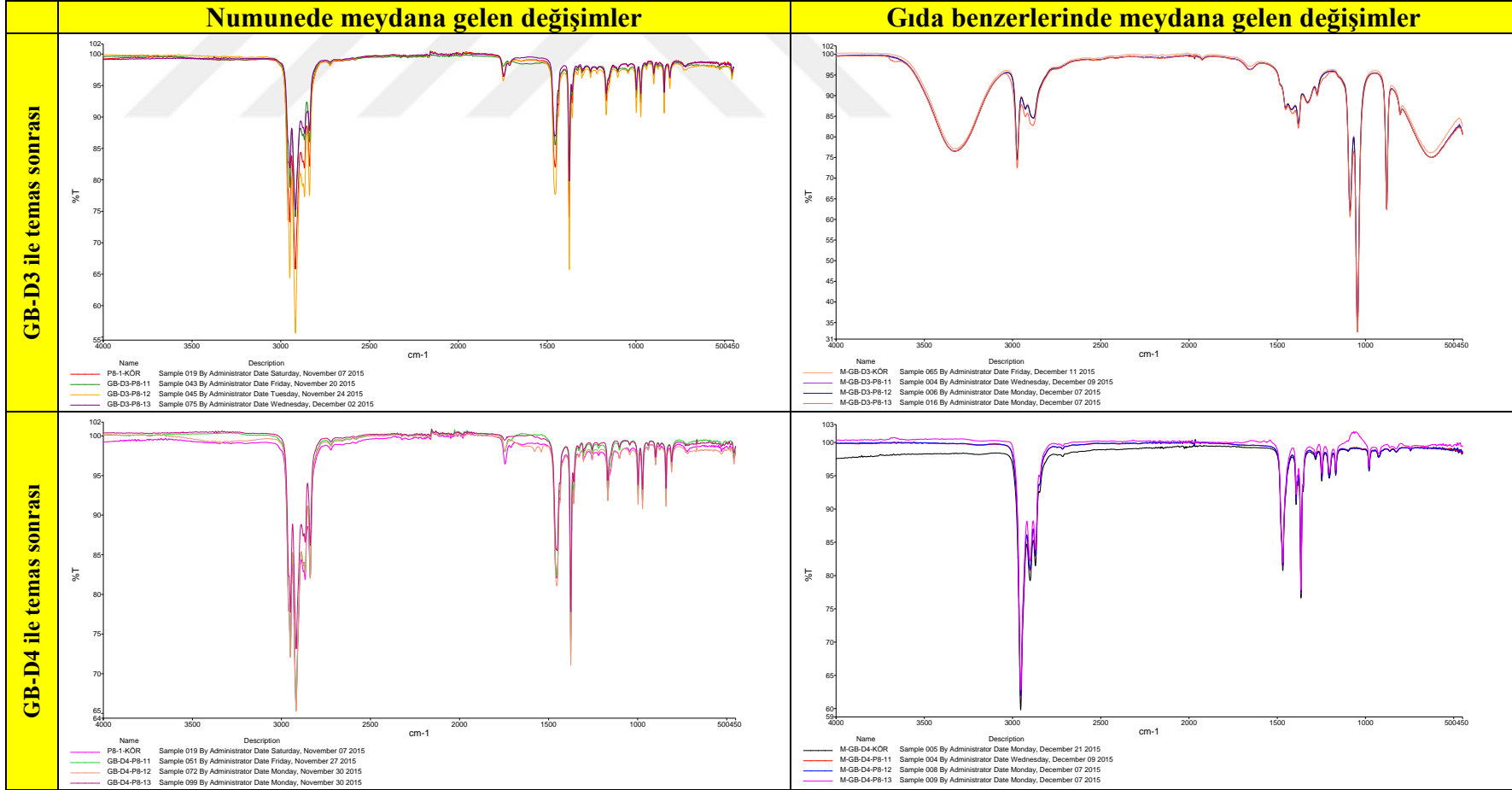
EK 8. P8-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



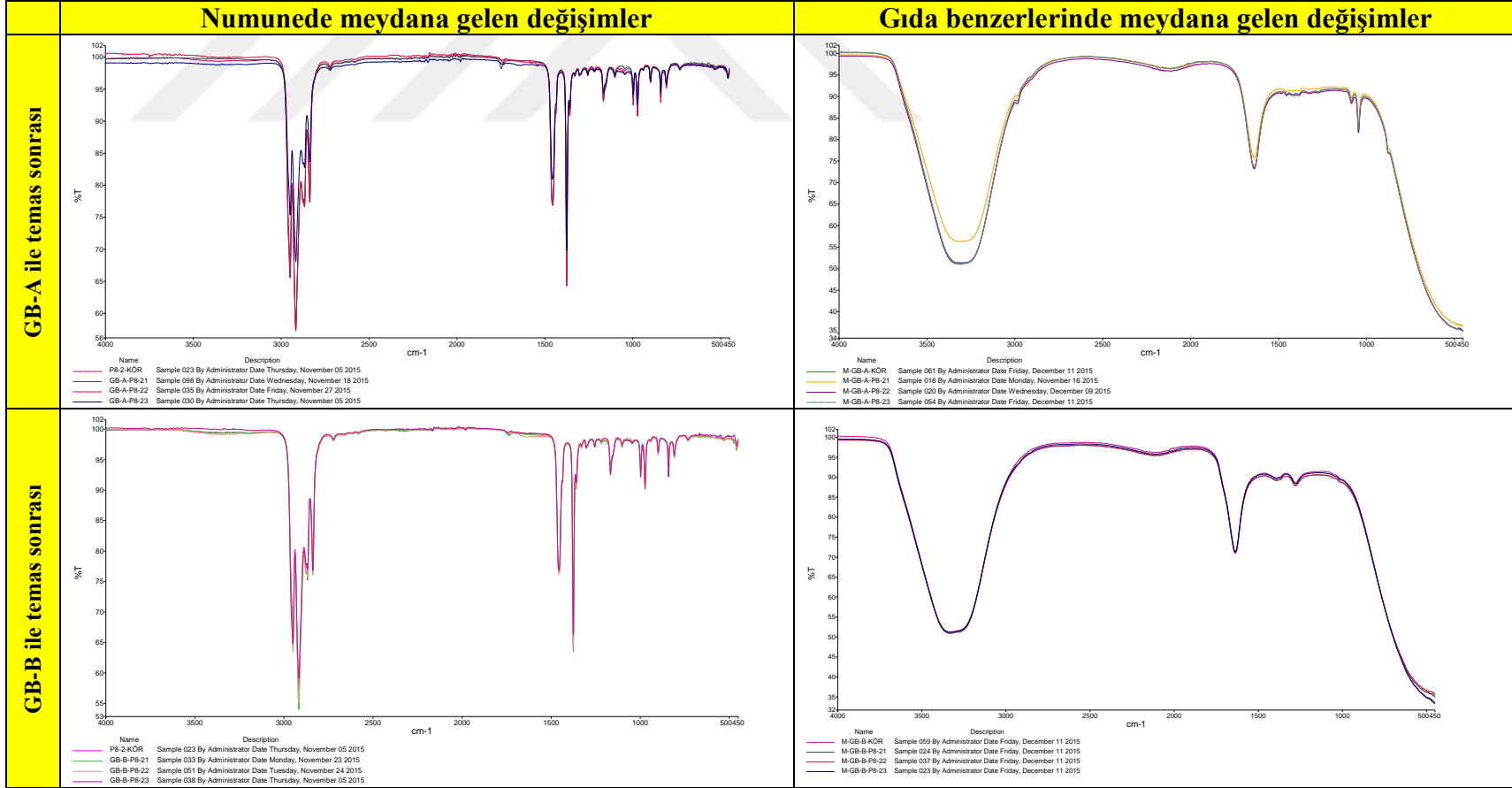
EK 8. P8-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



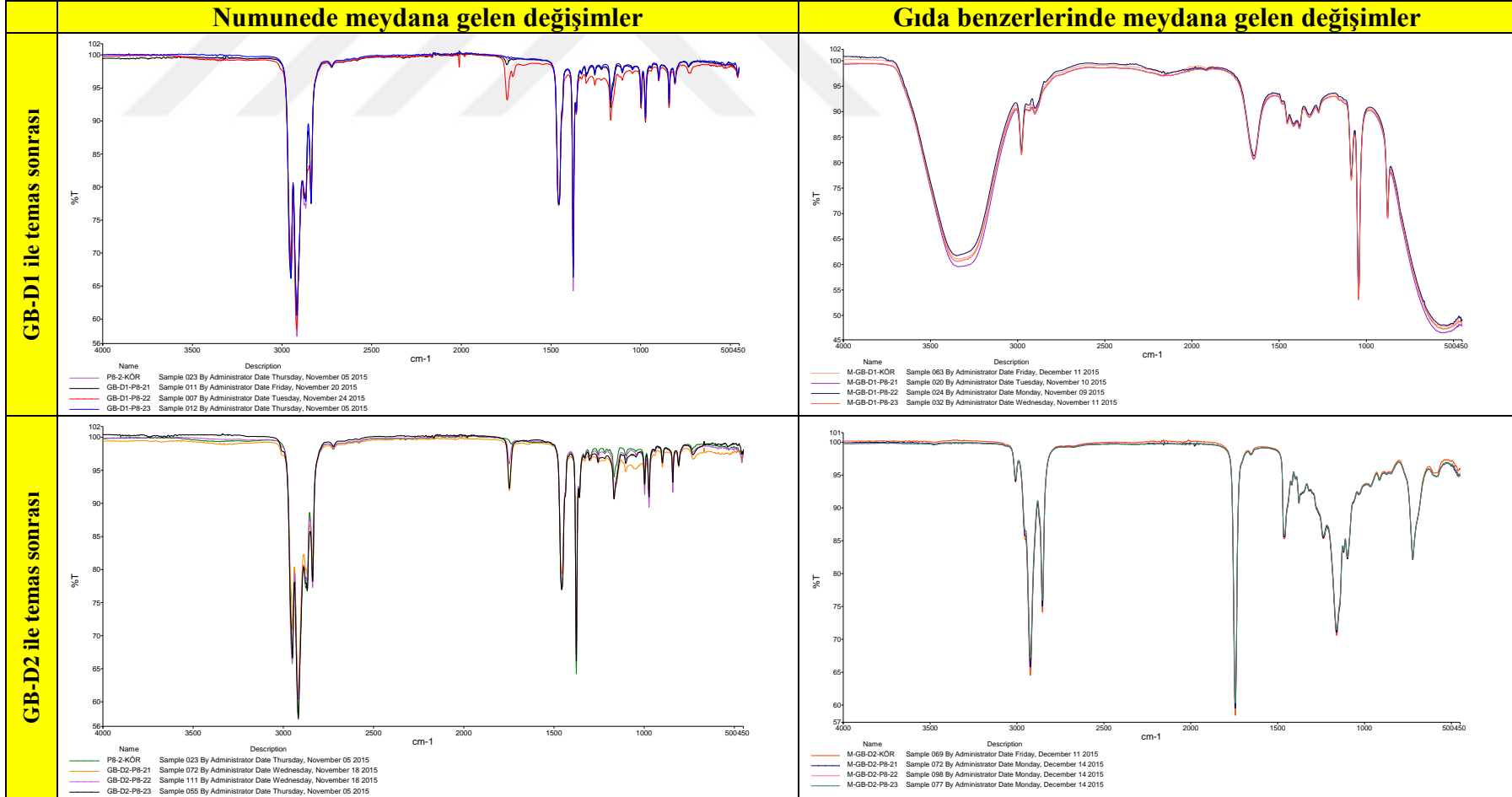
EK 8. P8-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



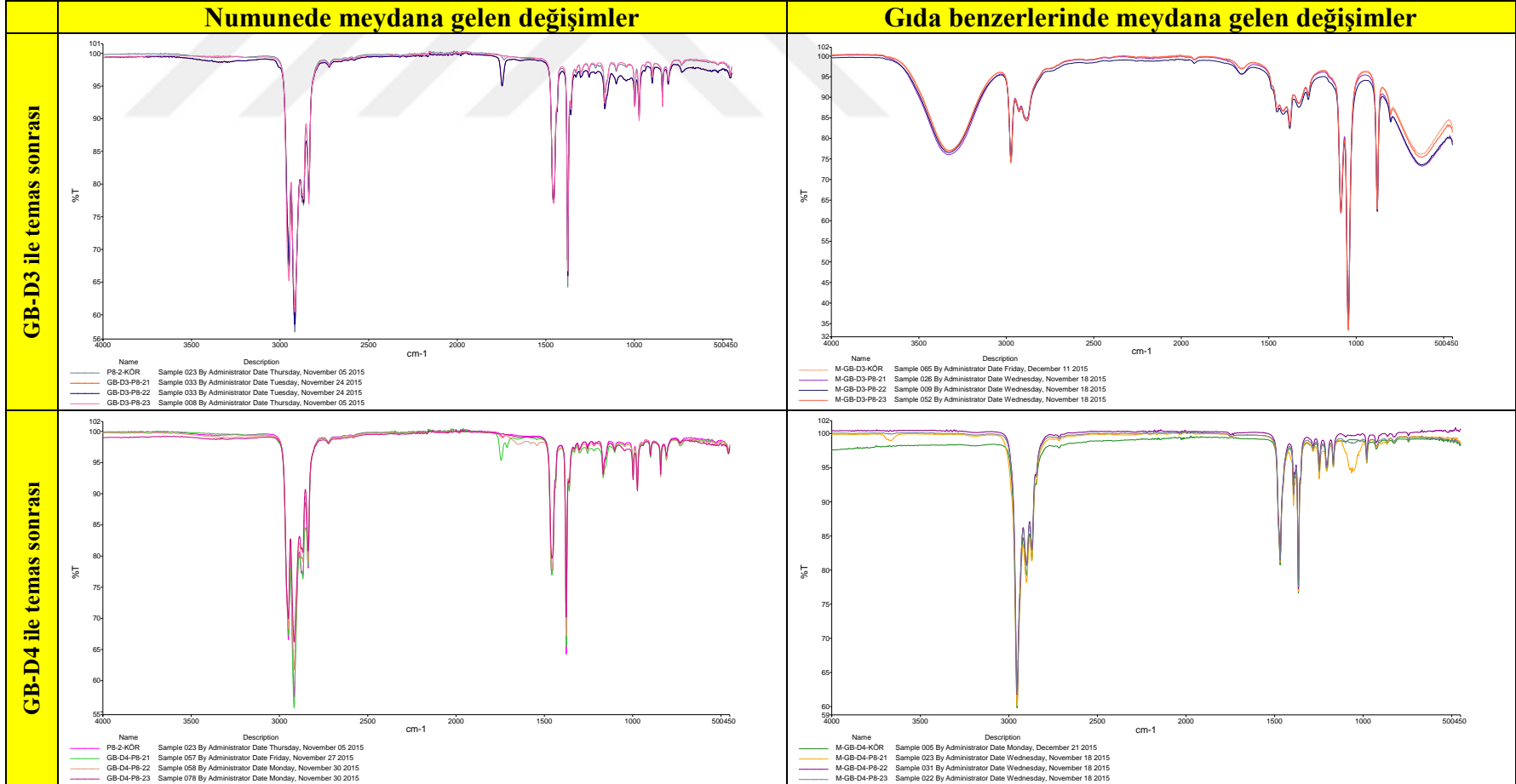
EK 9. P8-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



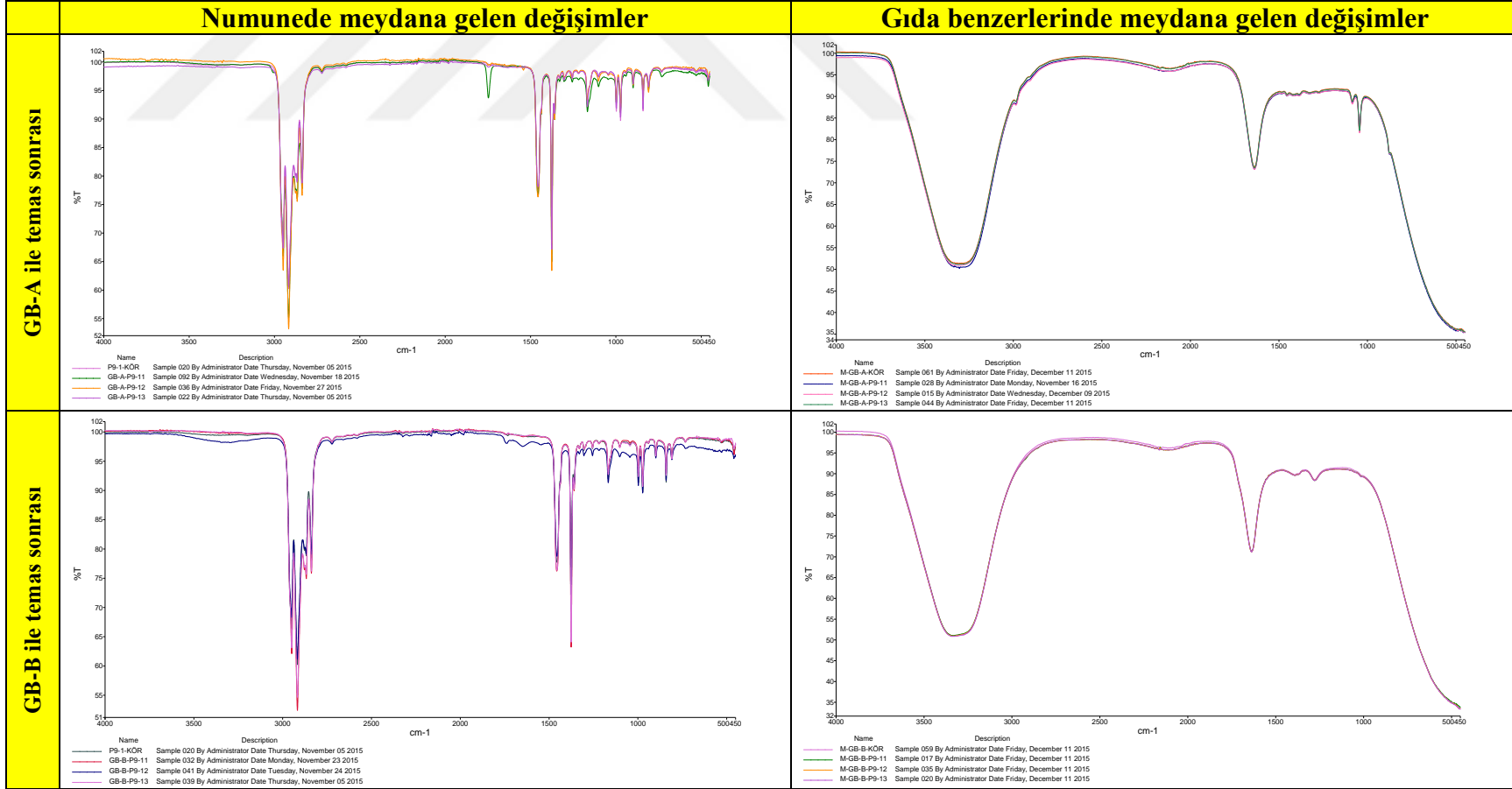
EK 9. P8-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



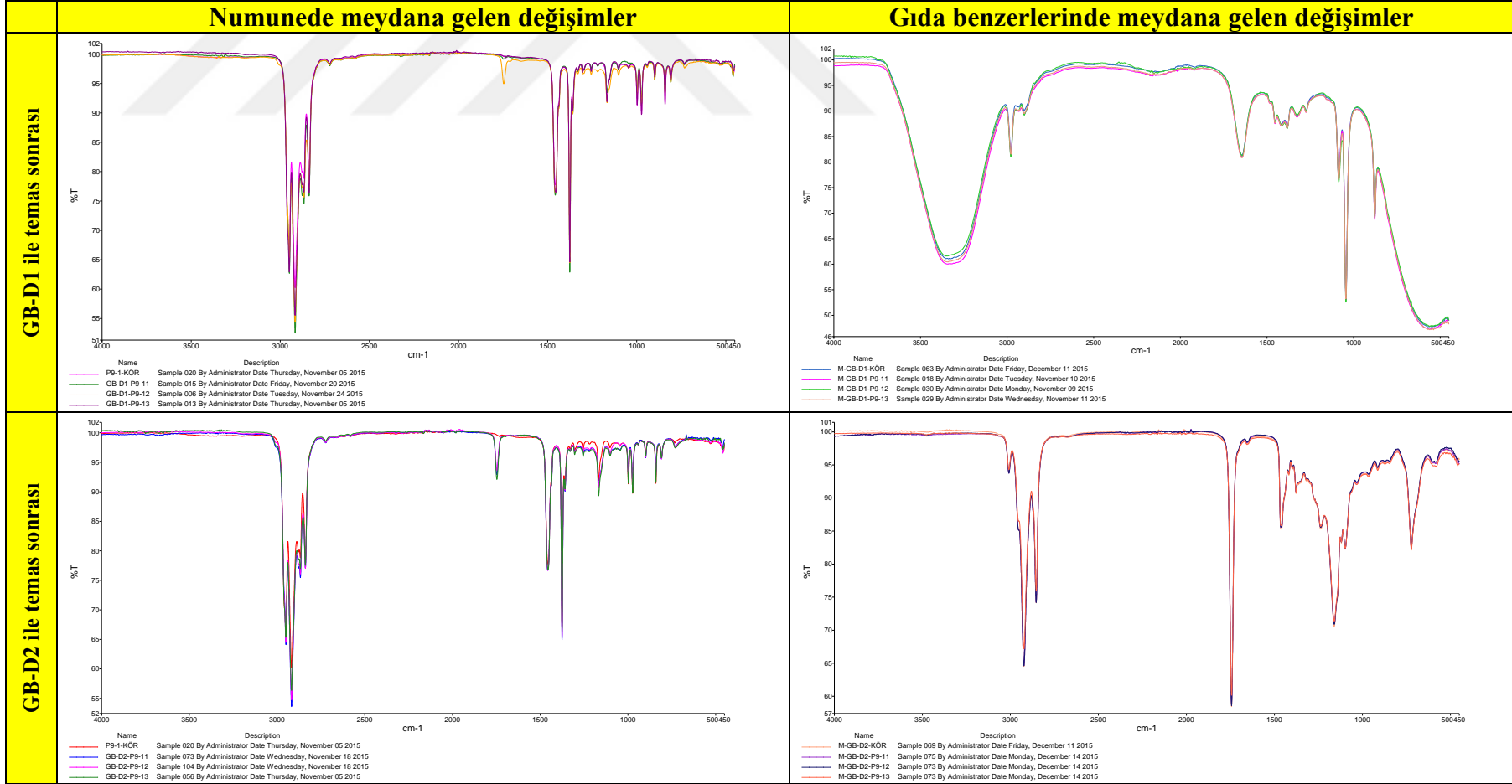
EK 9. P8-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



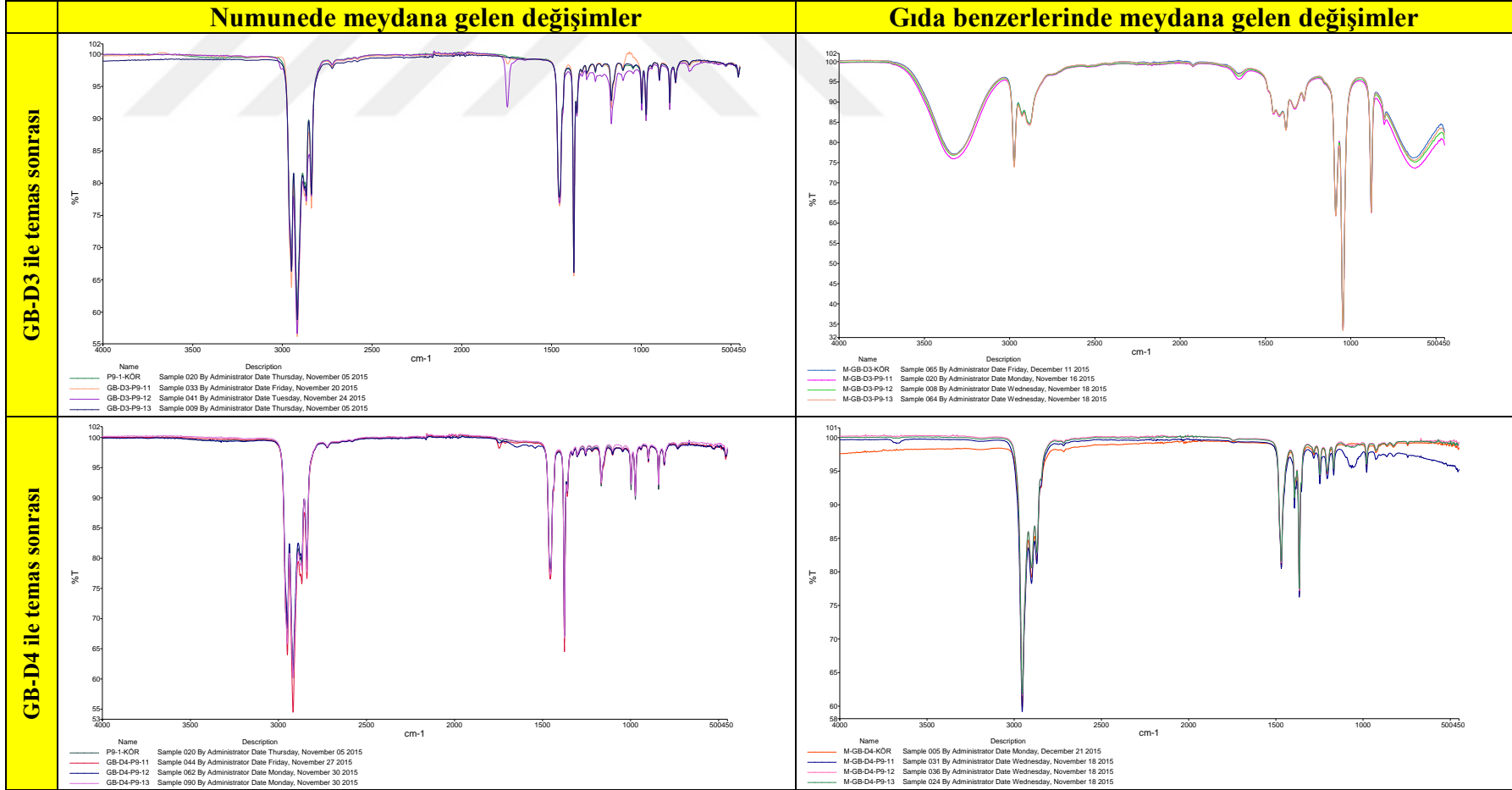
EK 10. P9-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



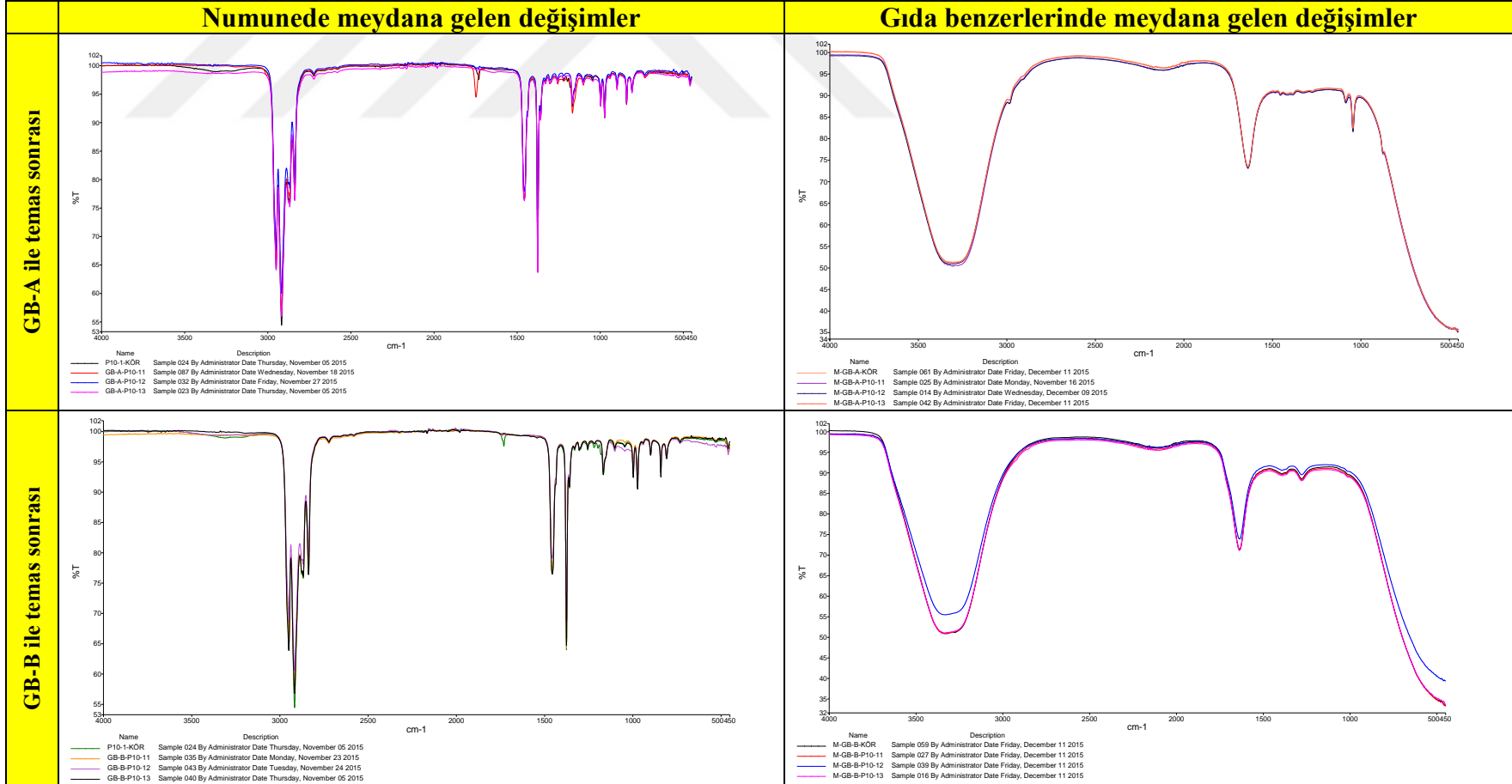
EK 10. P9-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



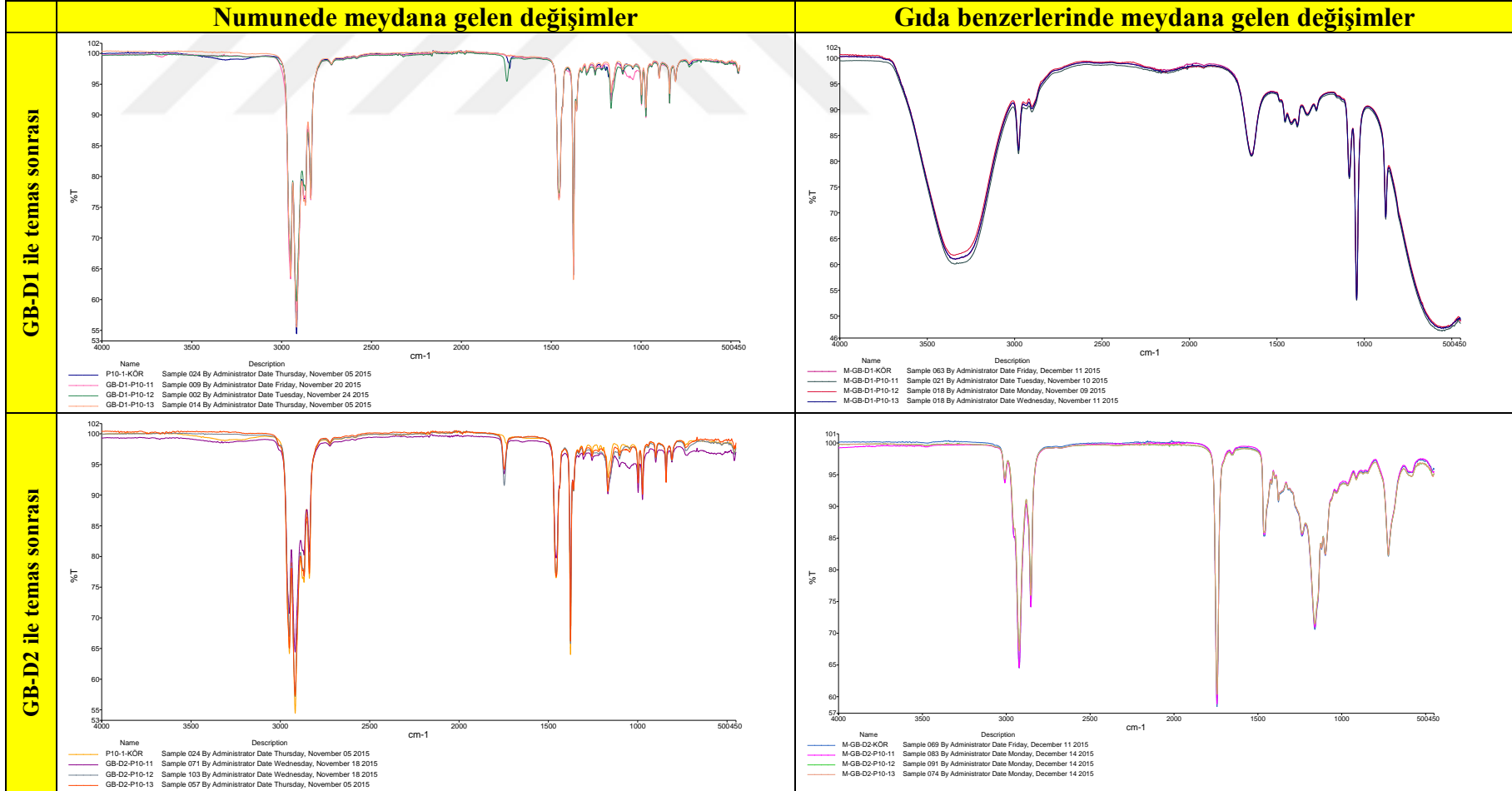
EK 10. P9-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



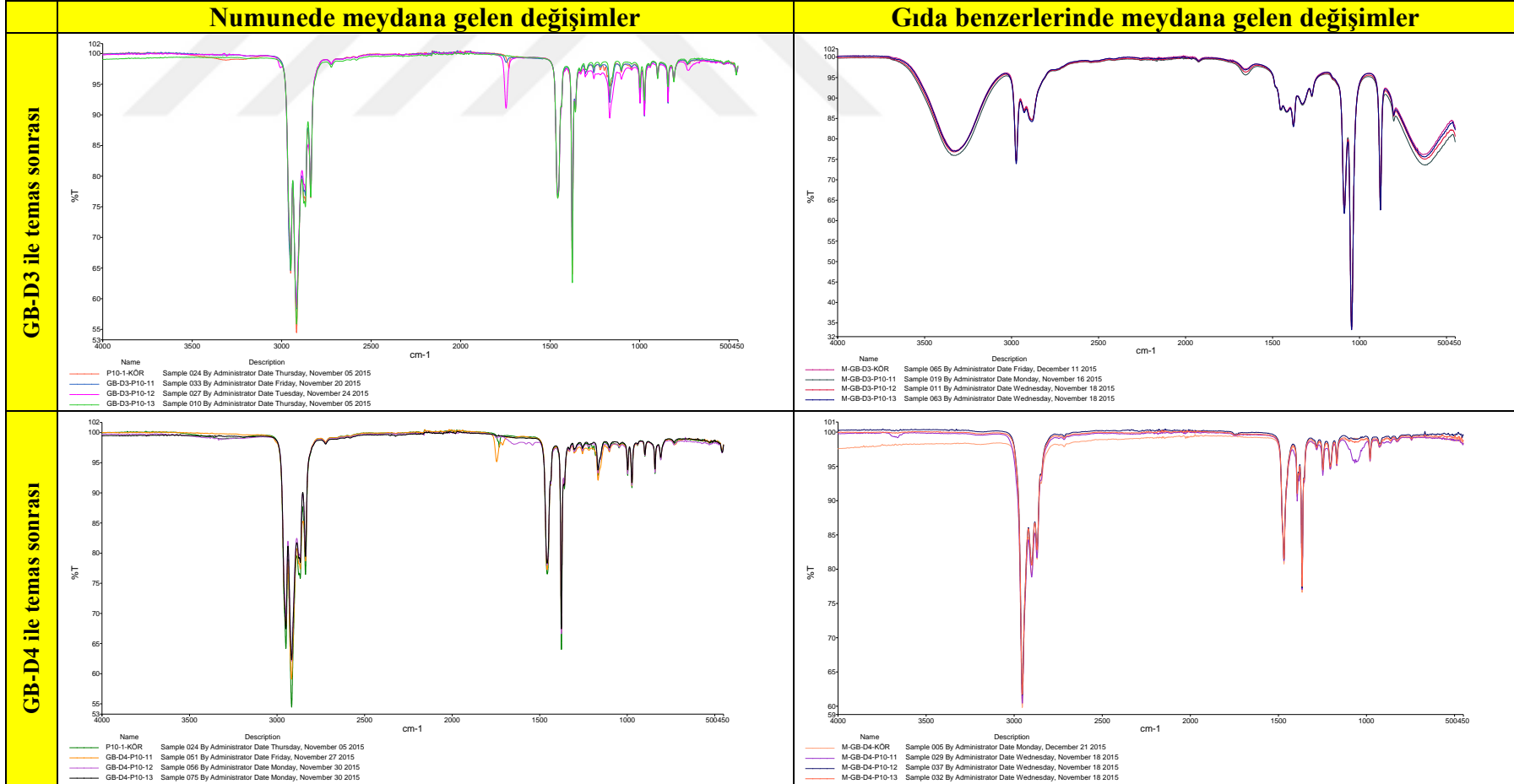
EK 11. P10-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



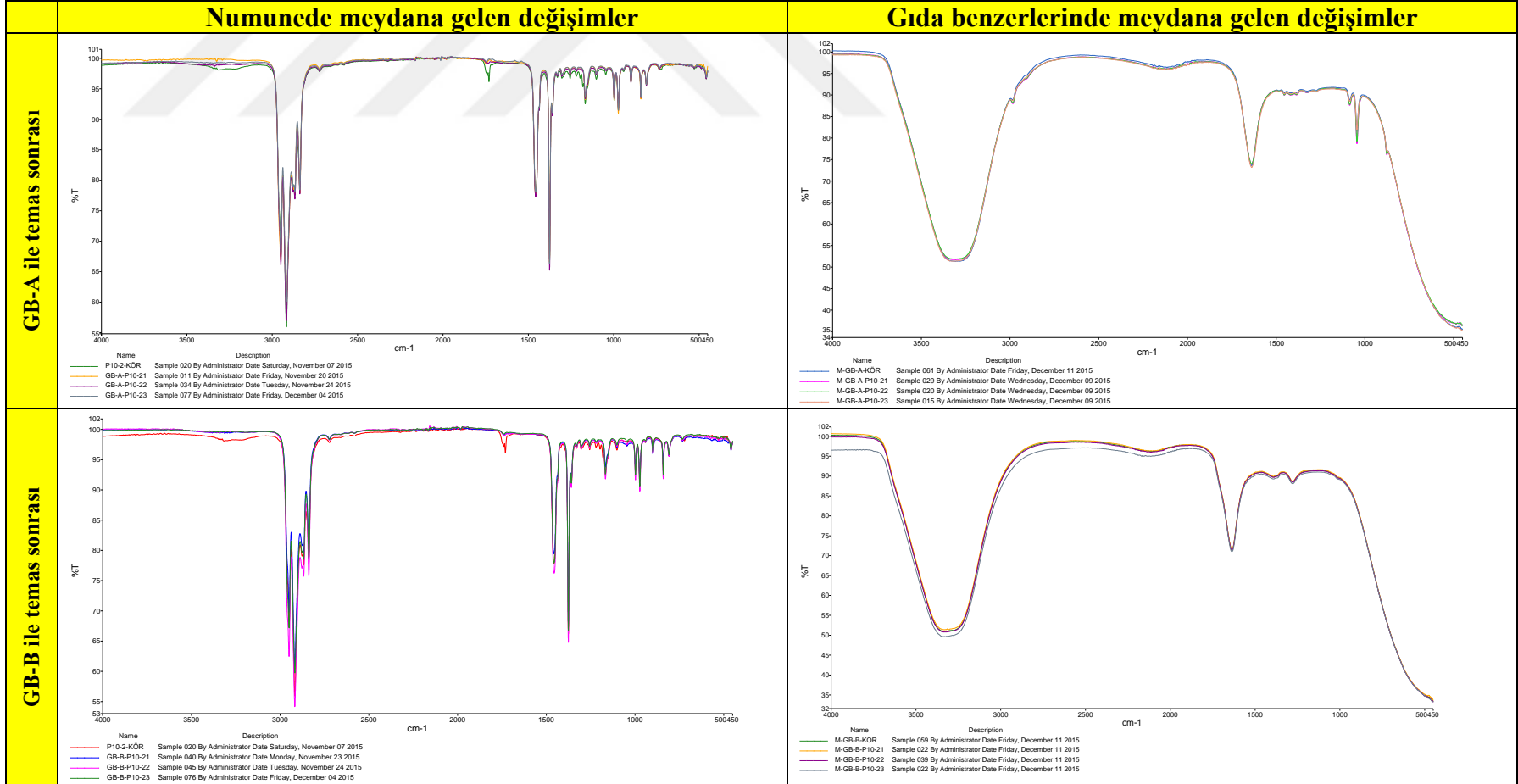
EK 11. P10-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



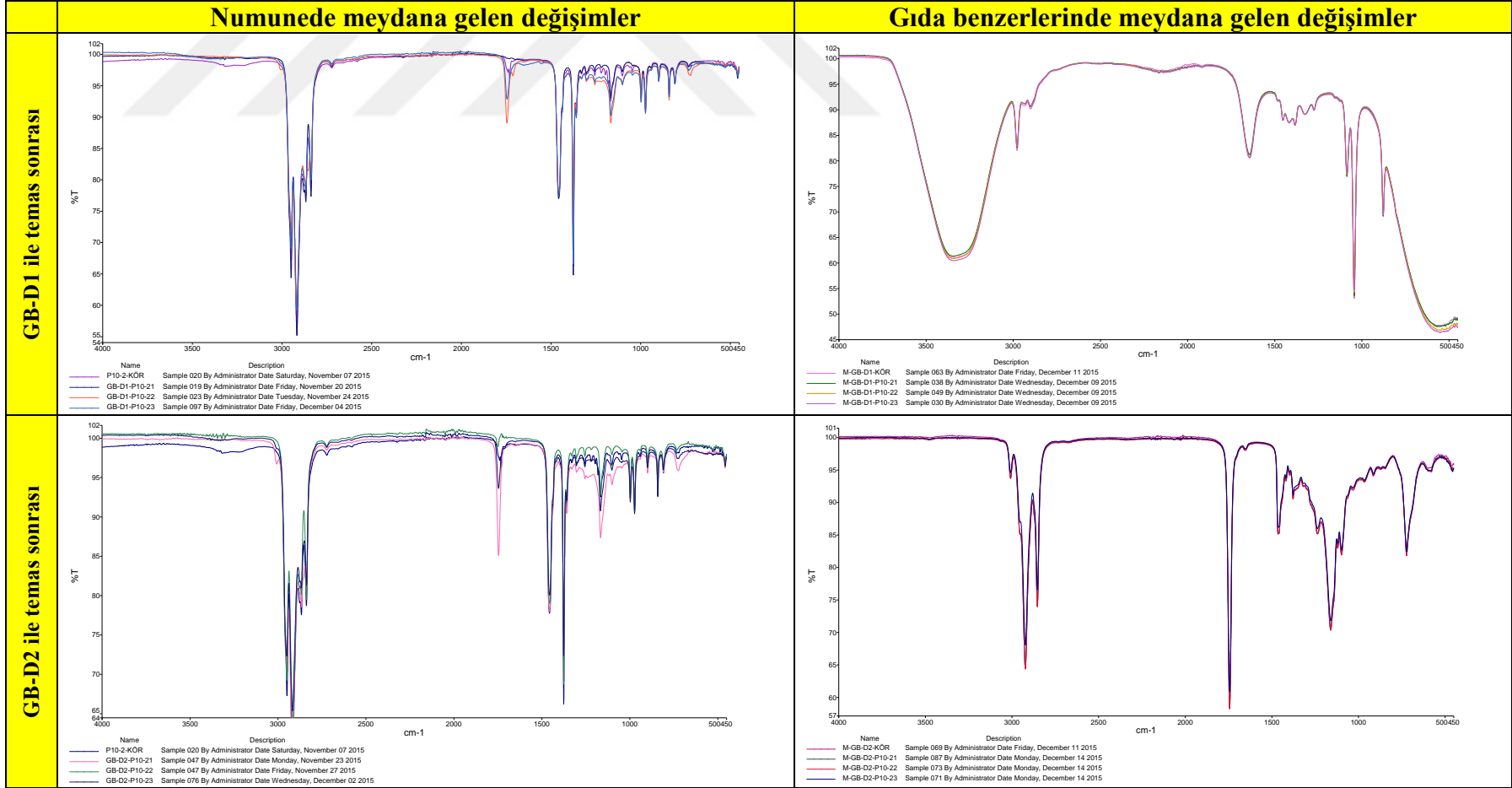
EK 11. P10-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



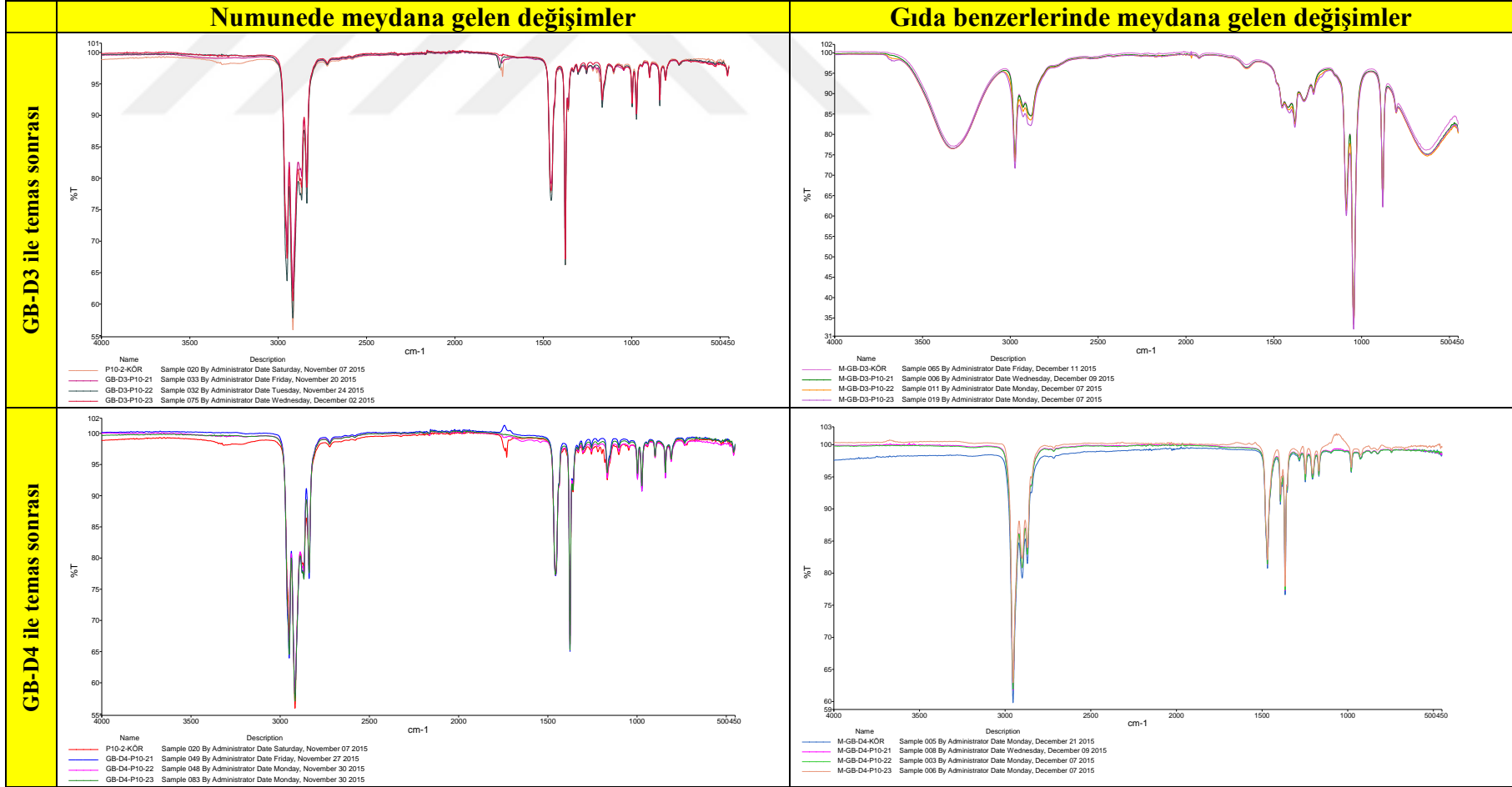
EK 12. P10-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



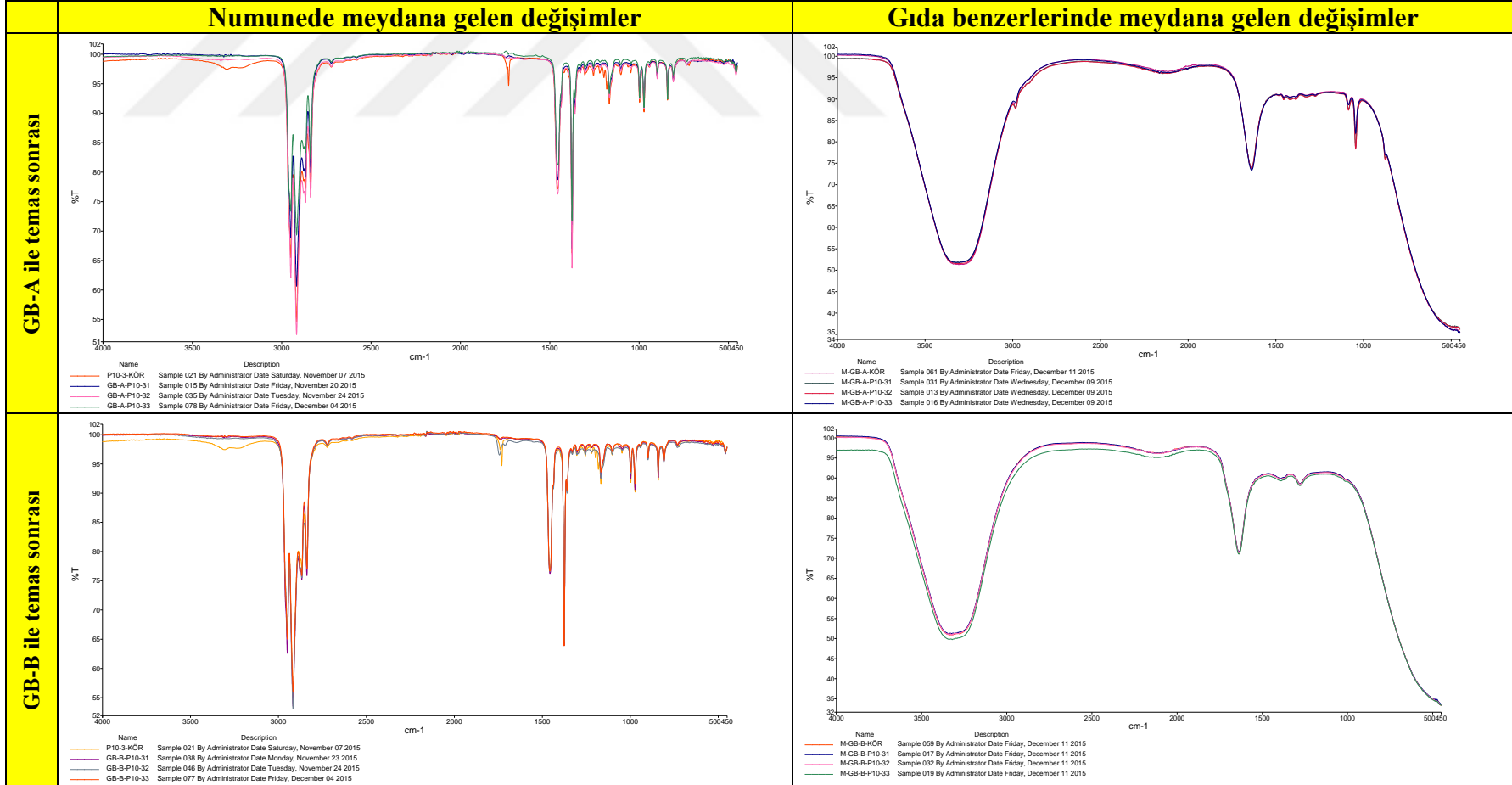
EK 12. P10-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



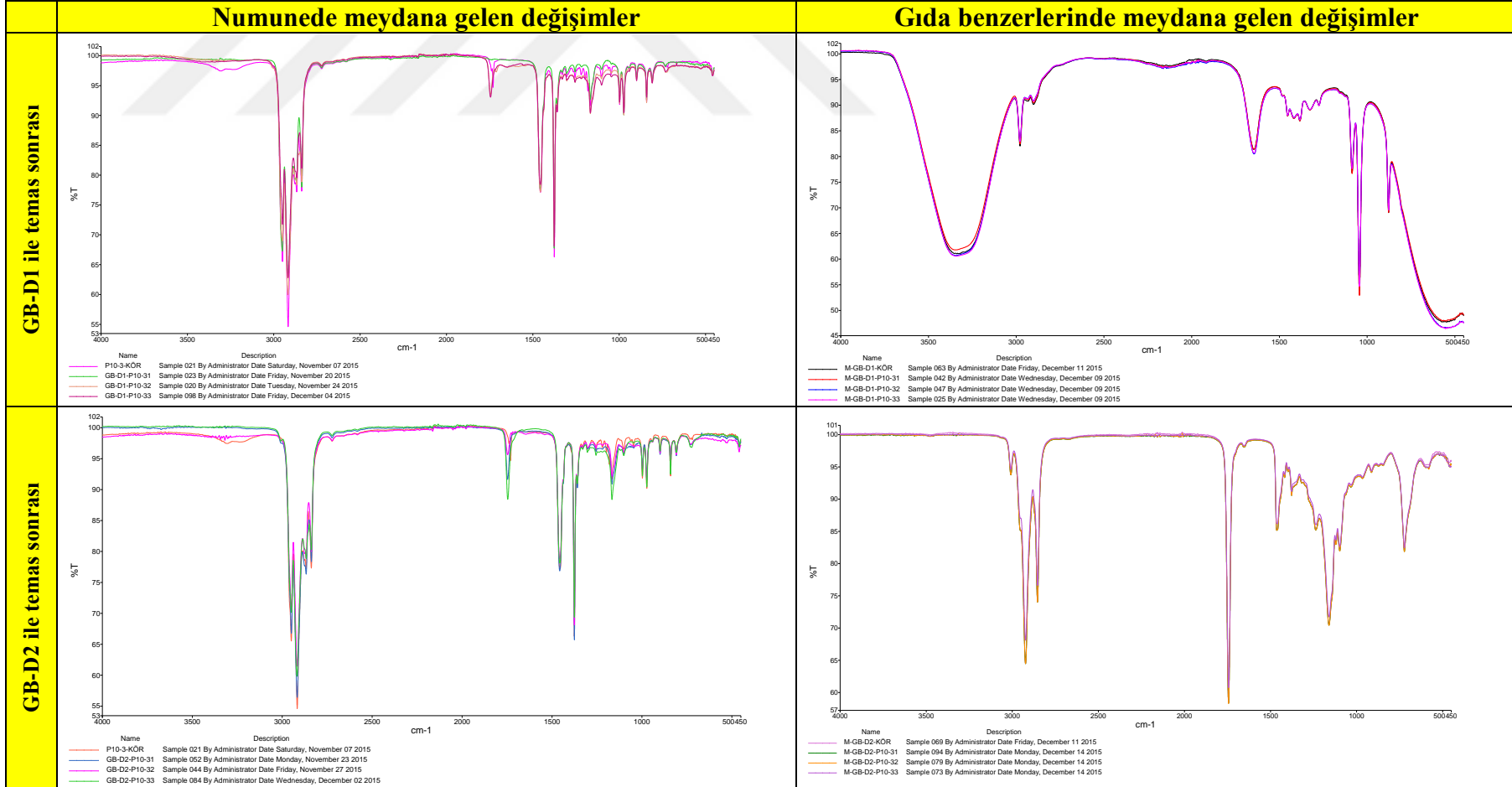
EK 12. P10-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



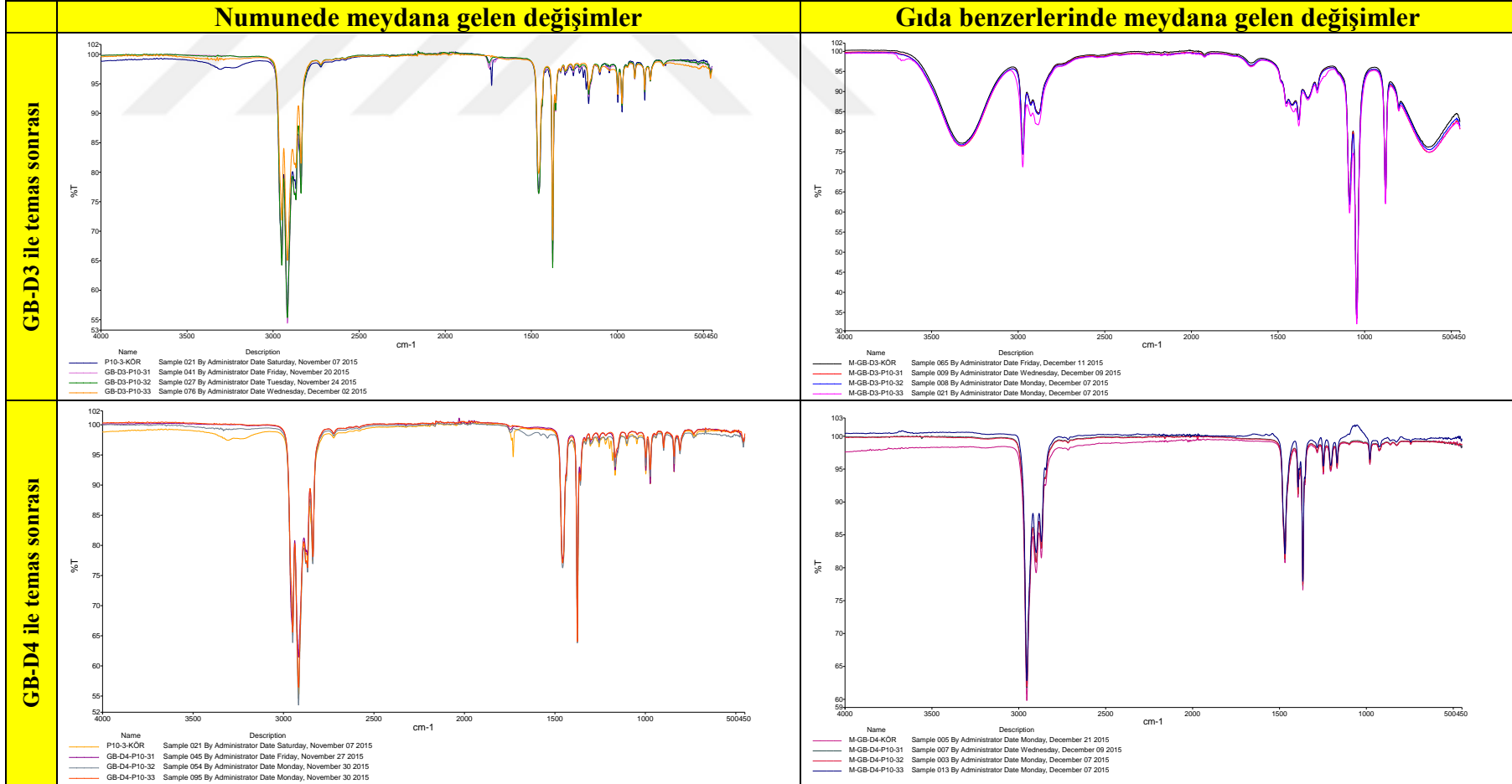
EK 13. P10-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



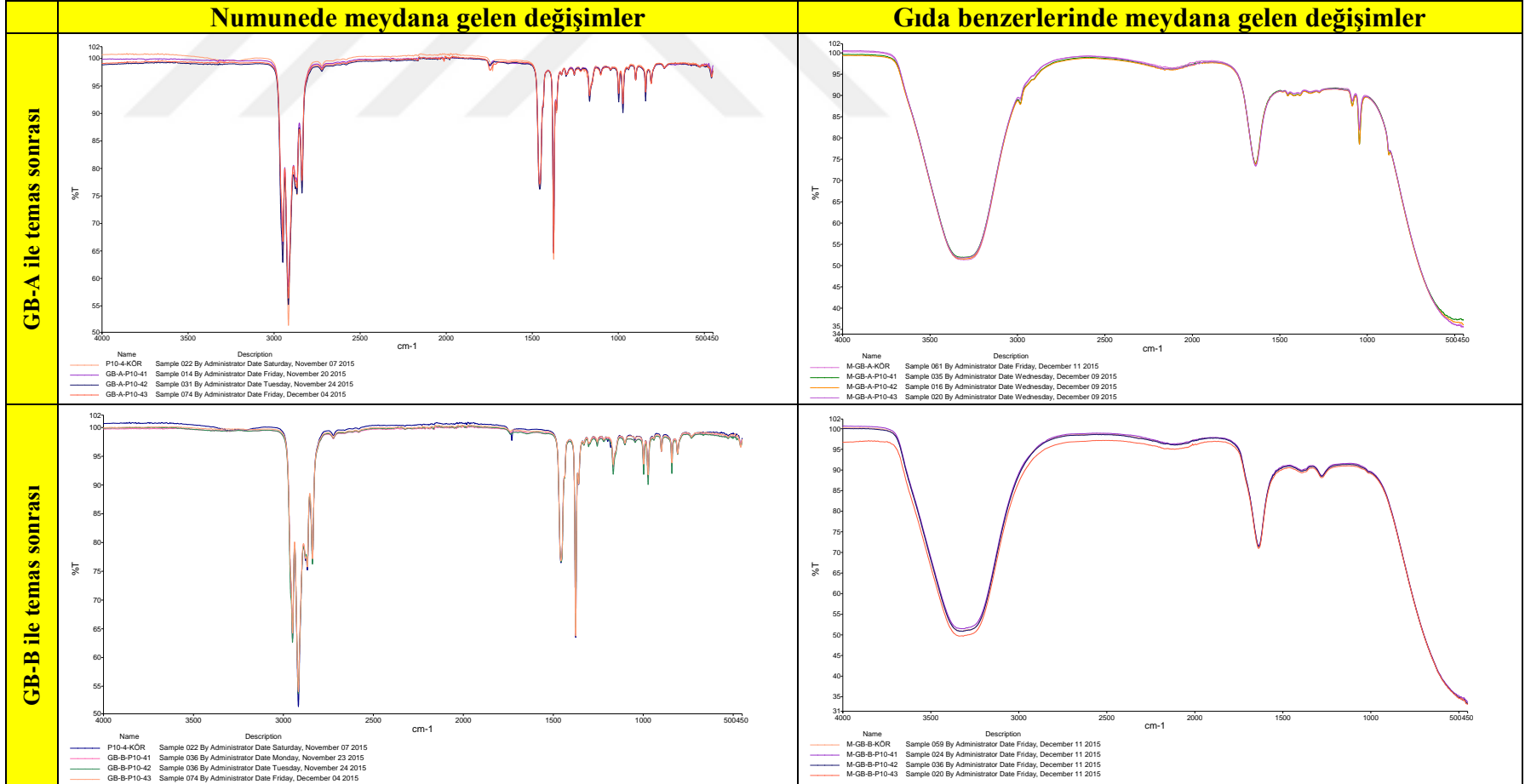
EK 13. P10-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



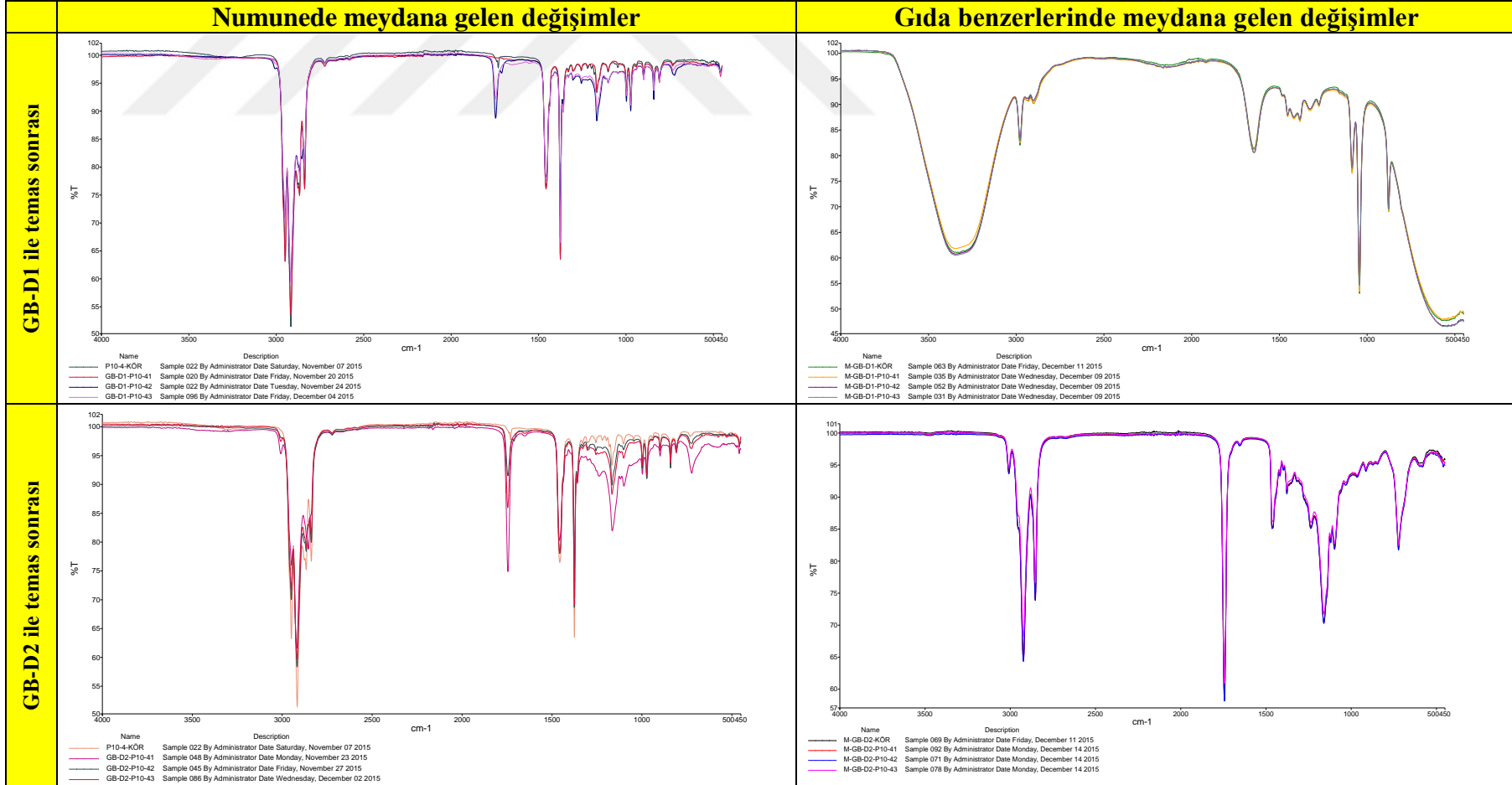
EK 13. P10-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



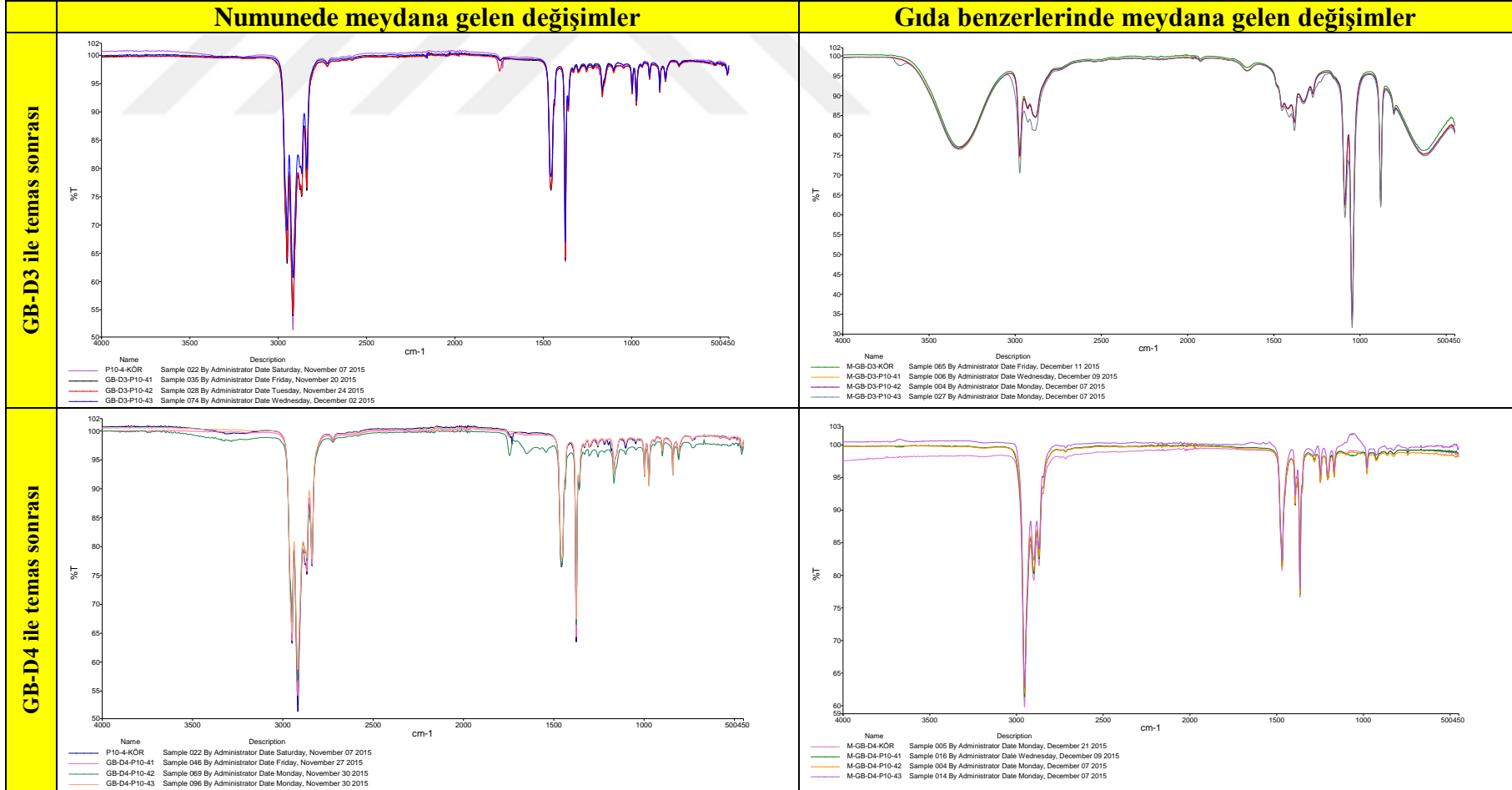
EK 14. P10-4 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



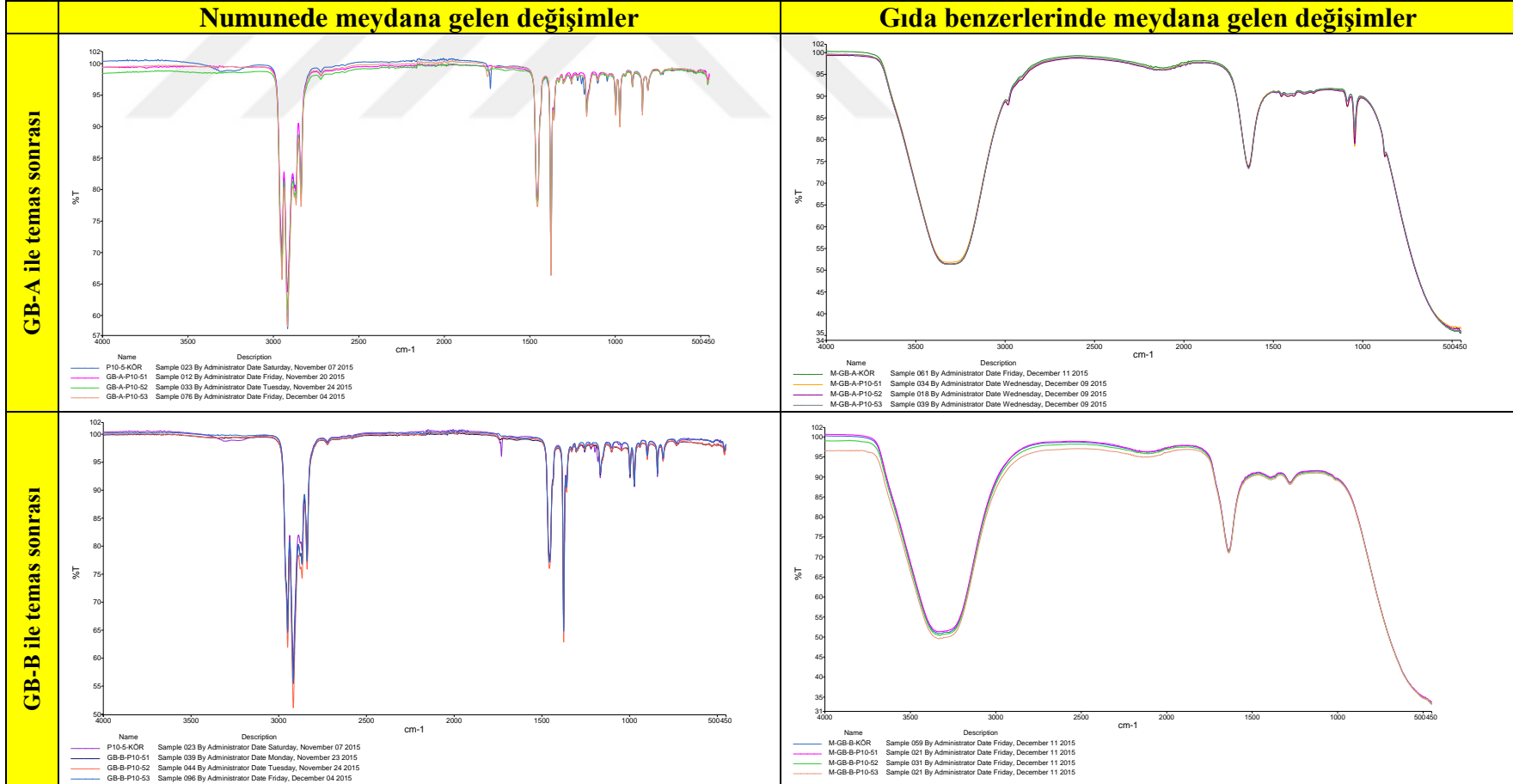
EK 14. P10-4 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



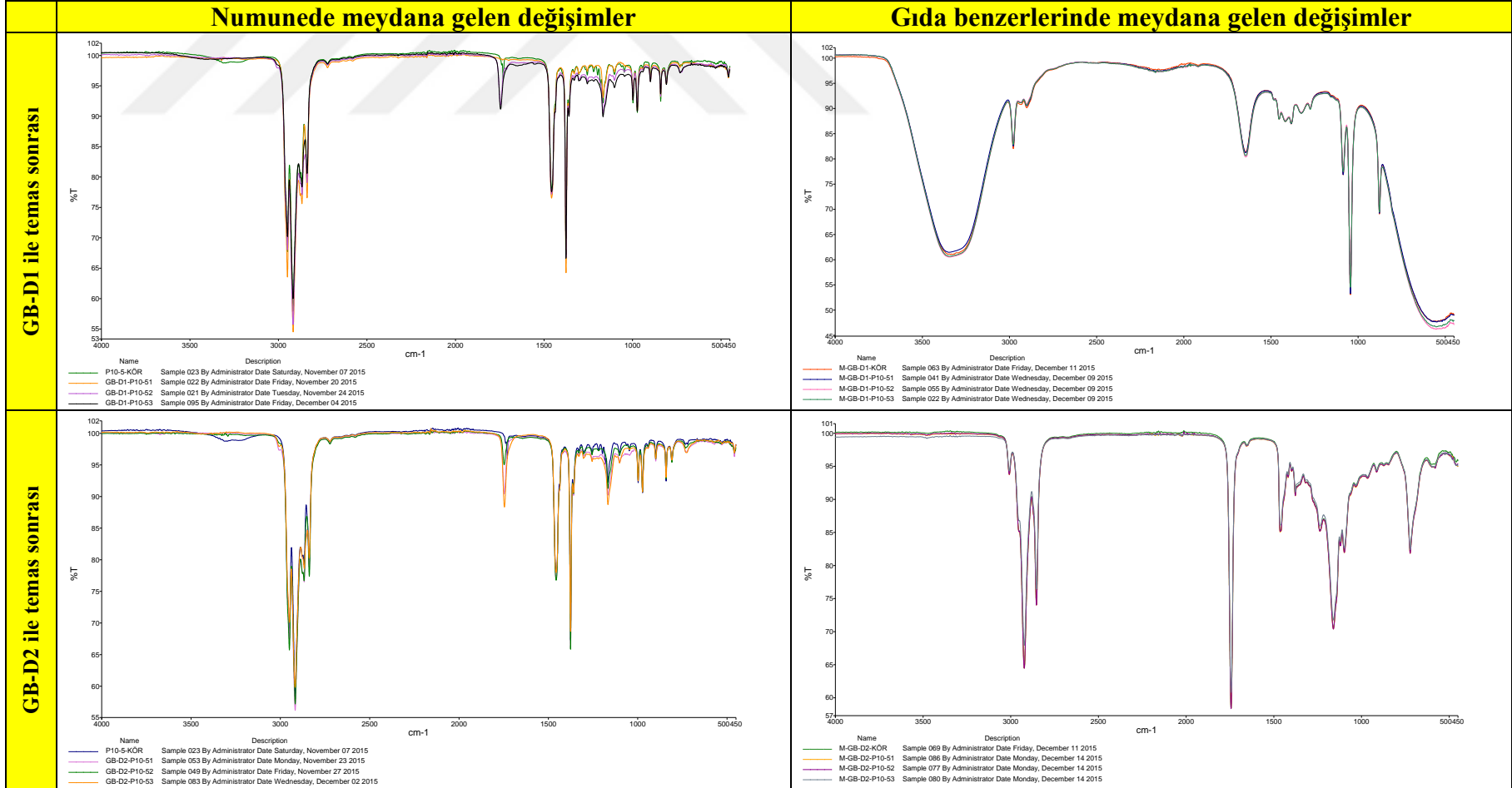
EK 14. P10-4 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



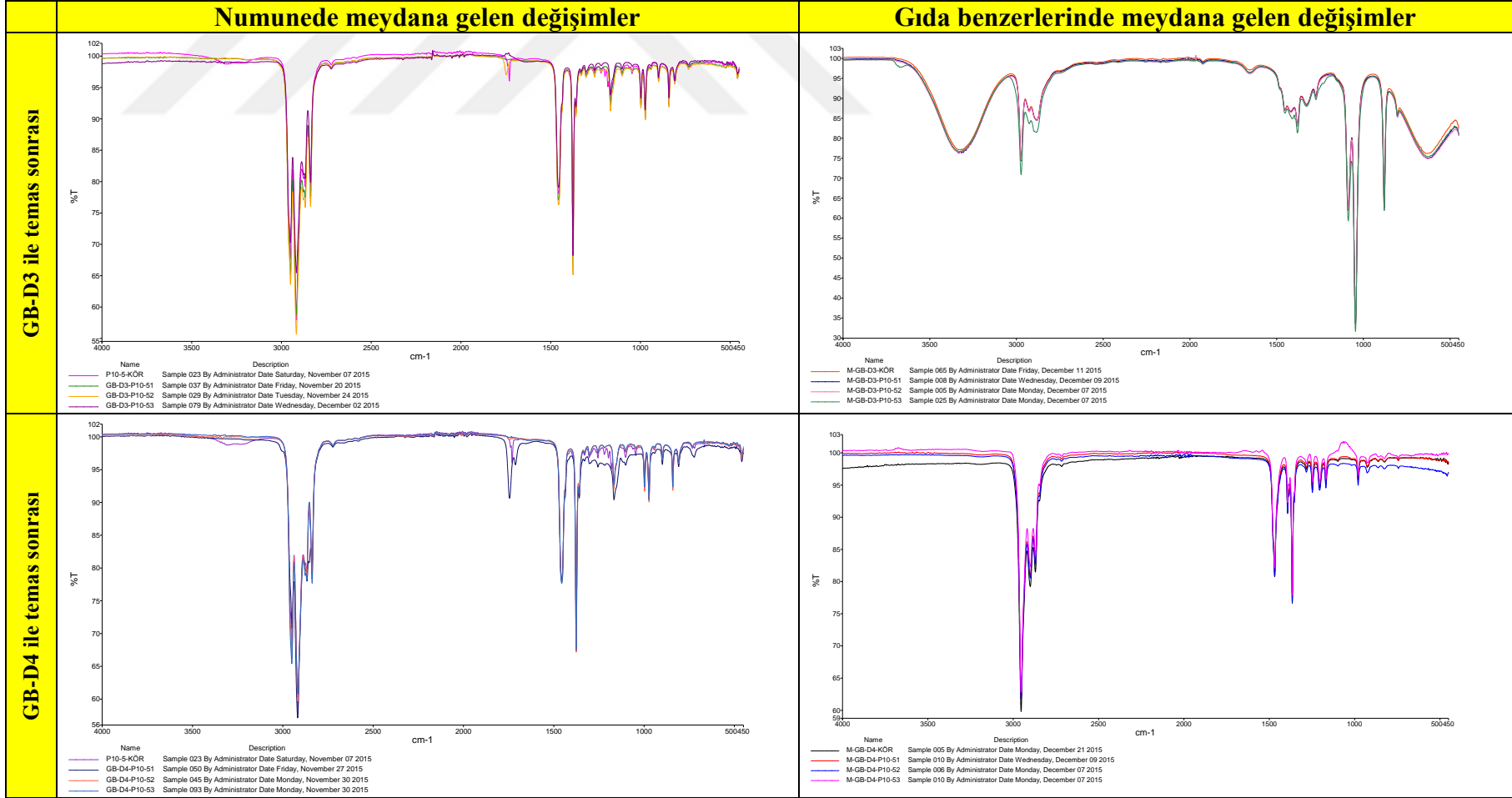
EK 15. P10-5 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



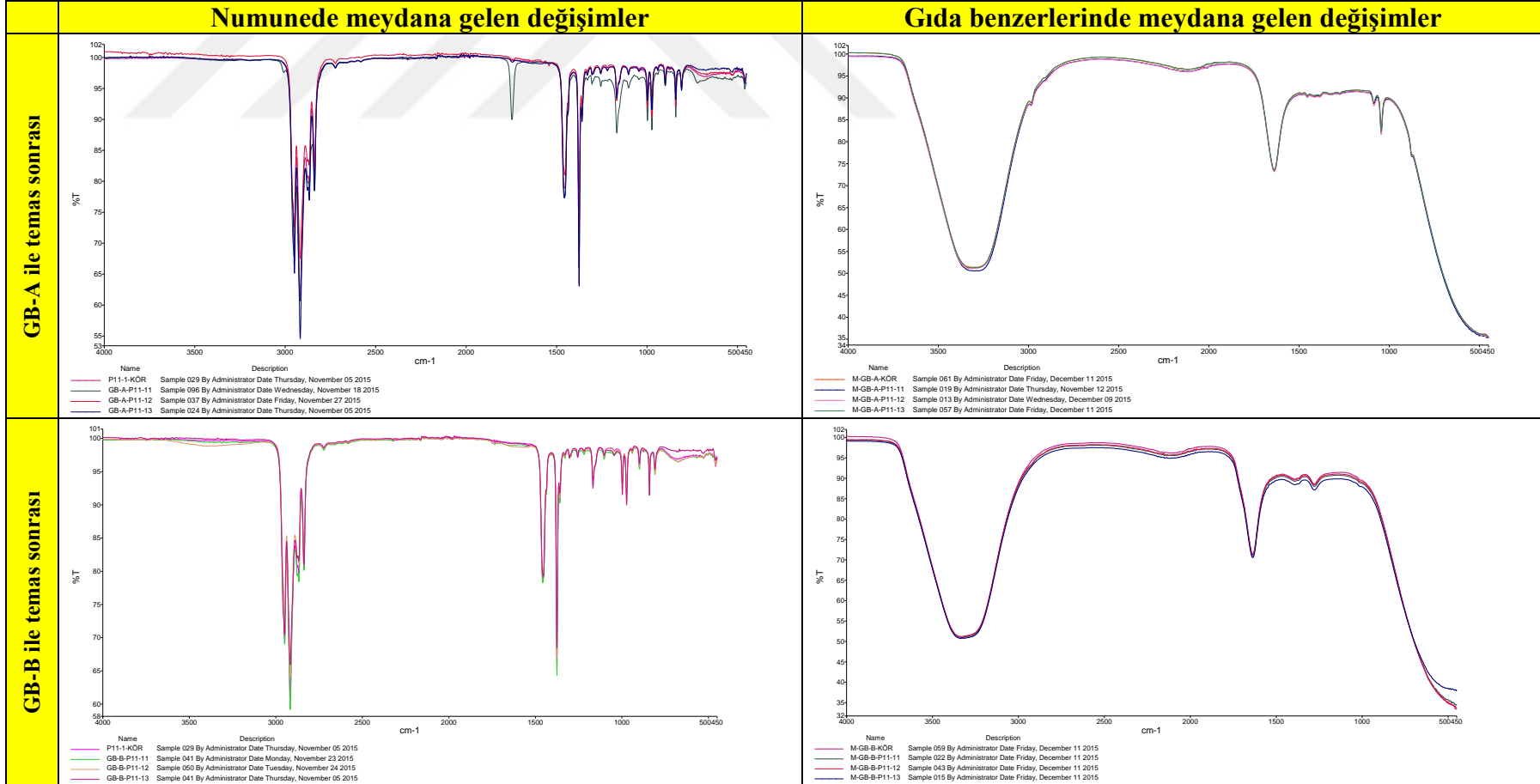
EK 15. P10-5 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



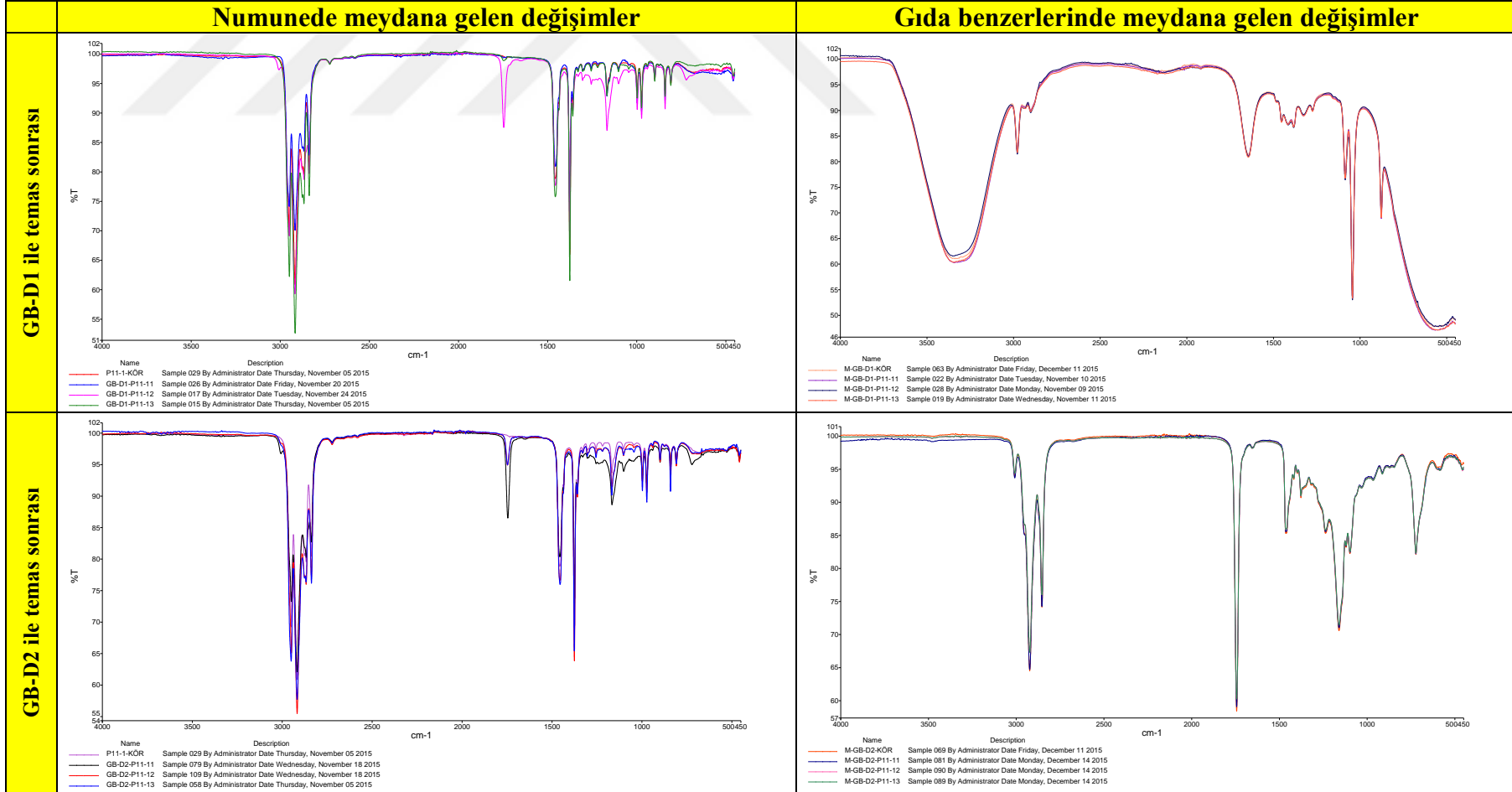
EK 15. P10-5 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



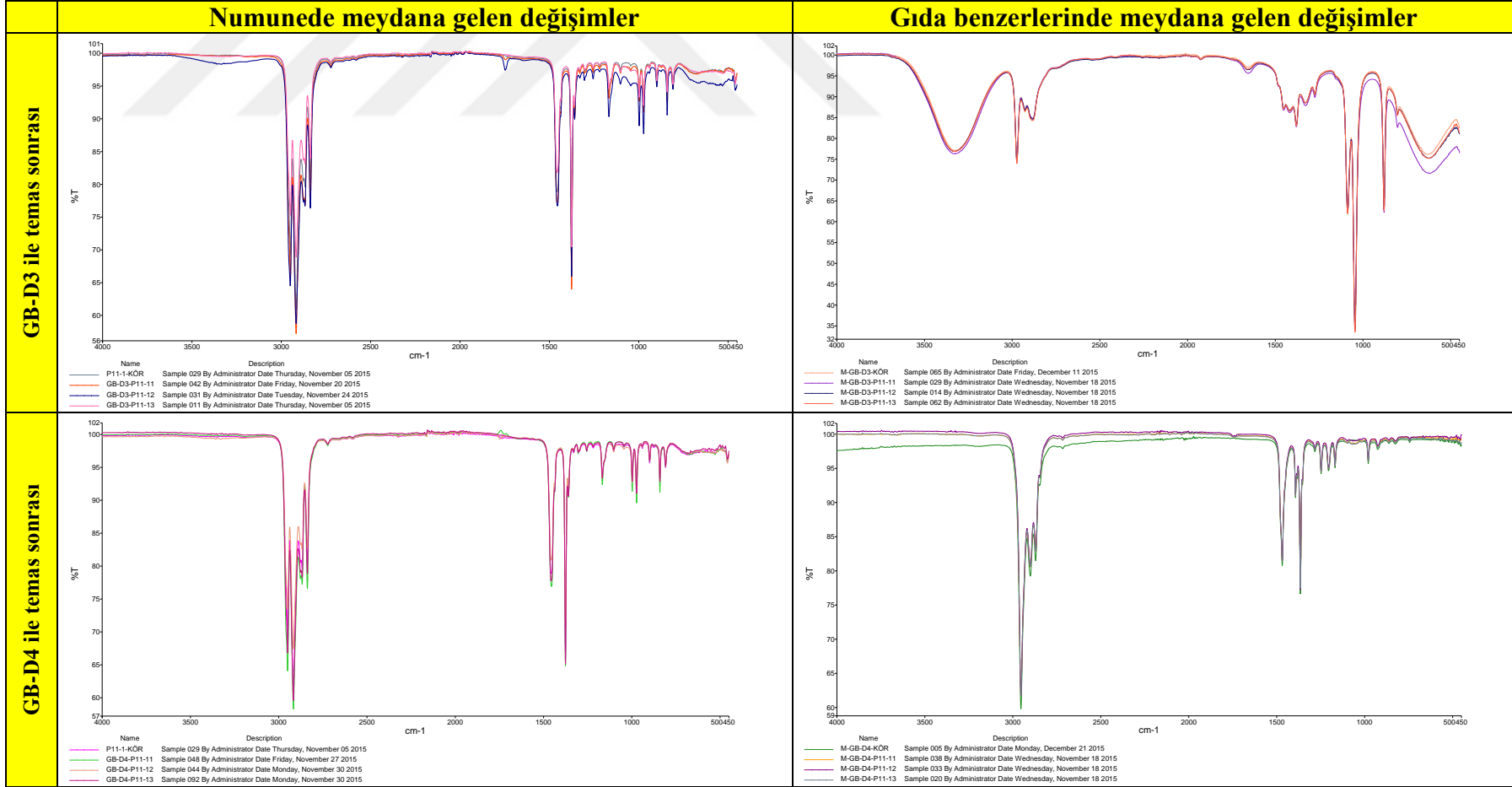
EK 16. P11-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



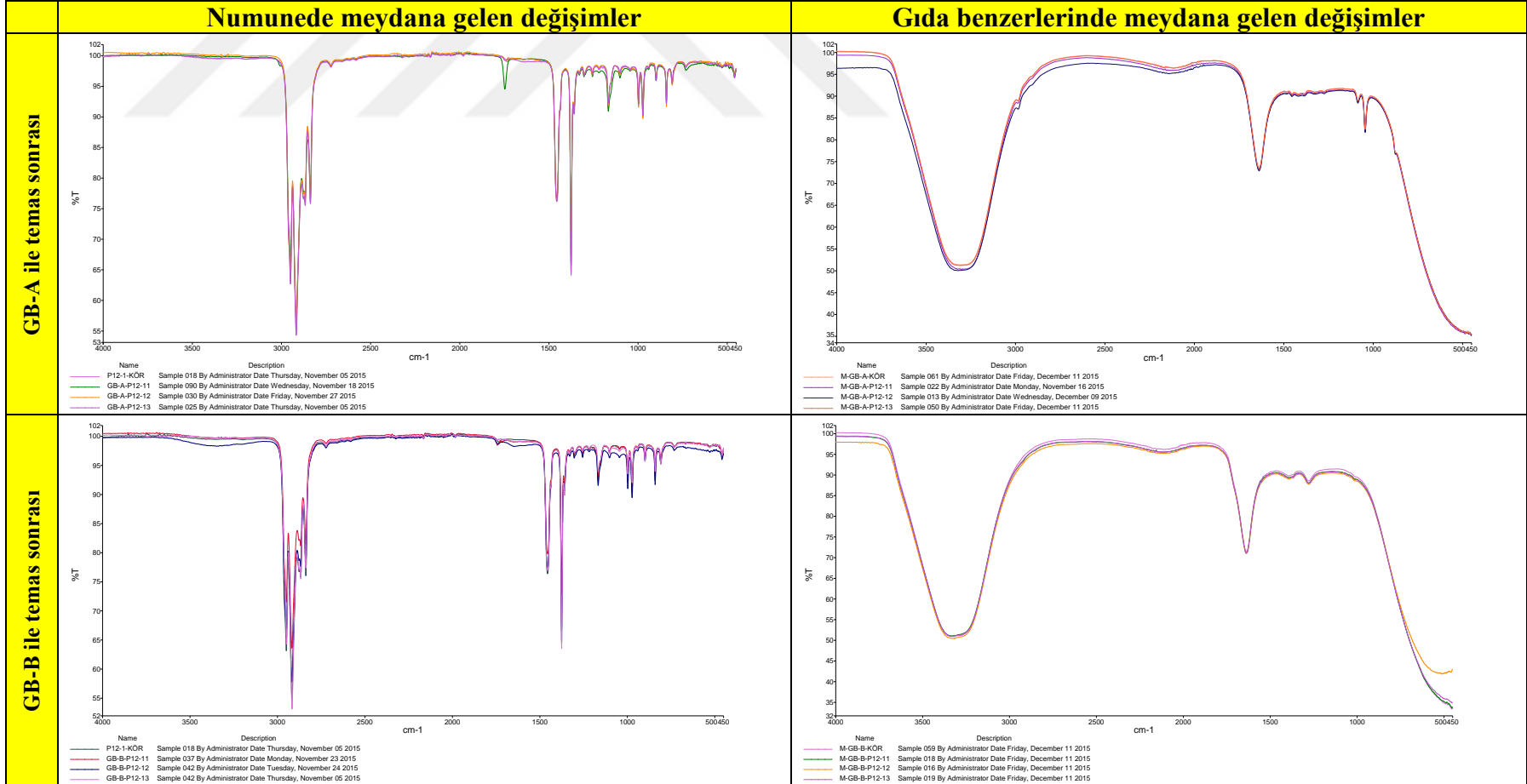
EK 16. P11-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



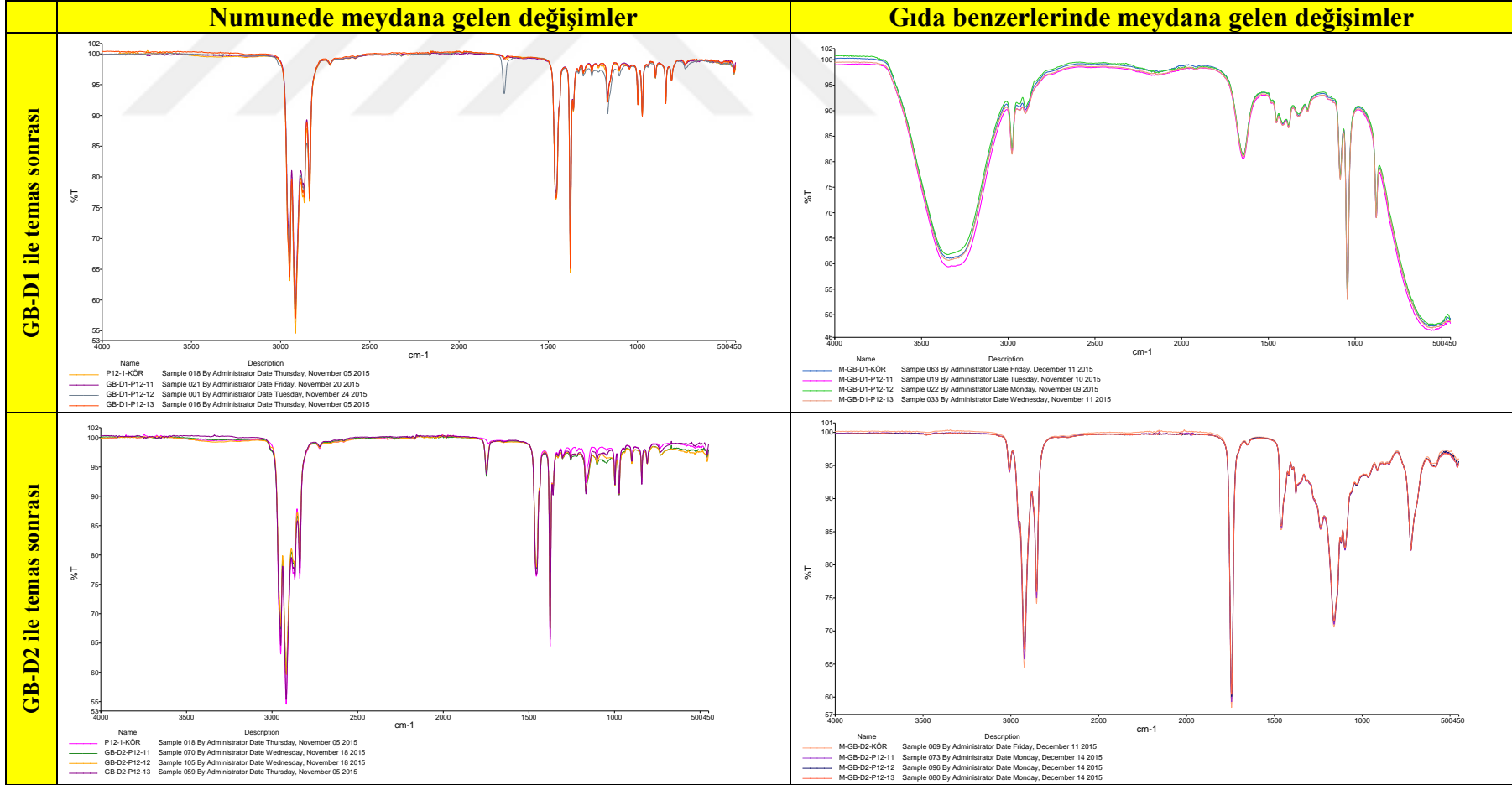
EK 16. P11-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



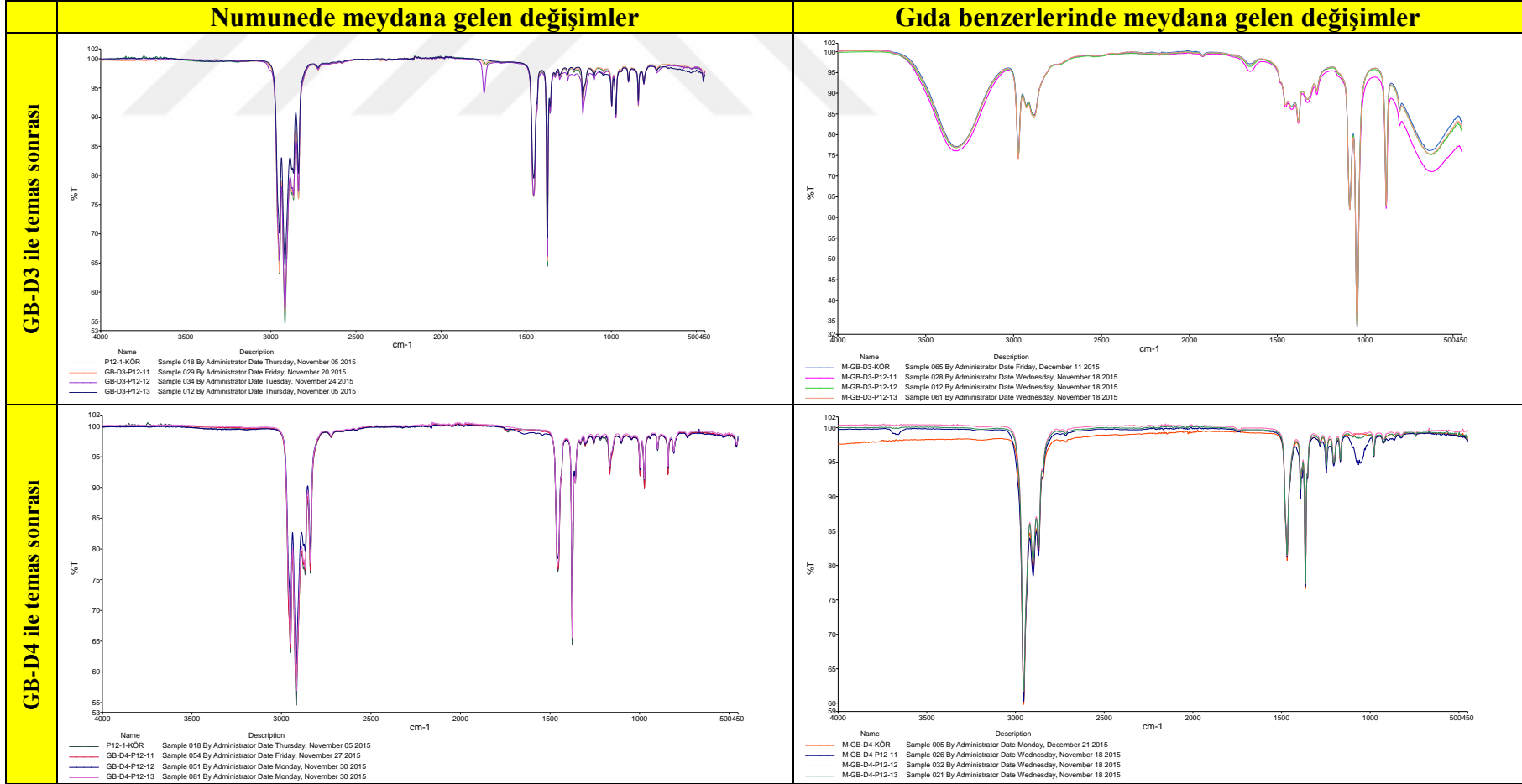
EK 17. P12-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



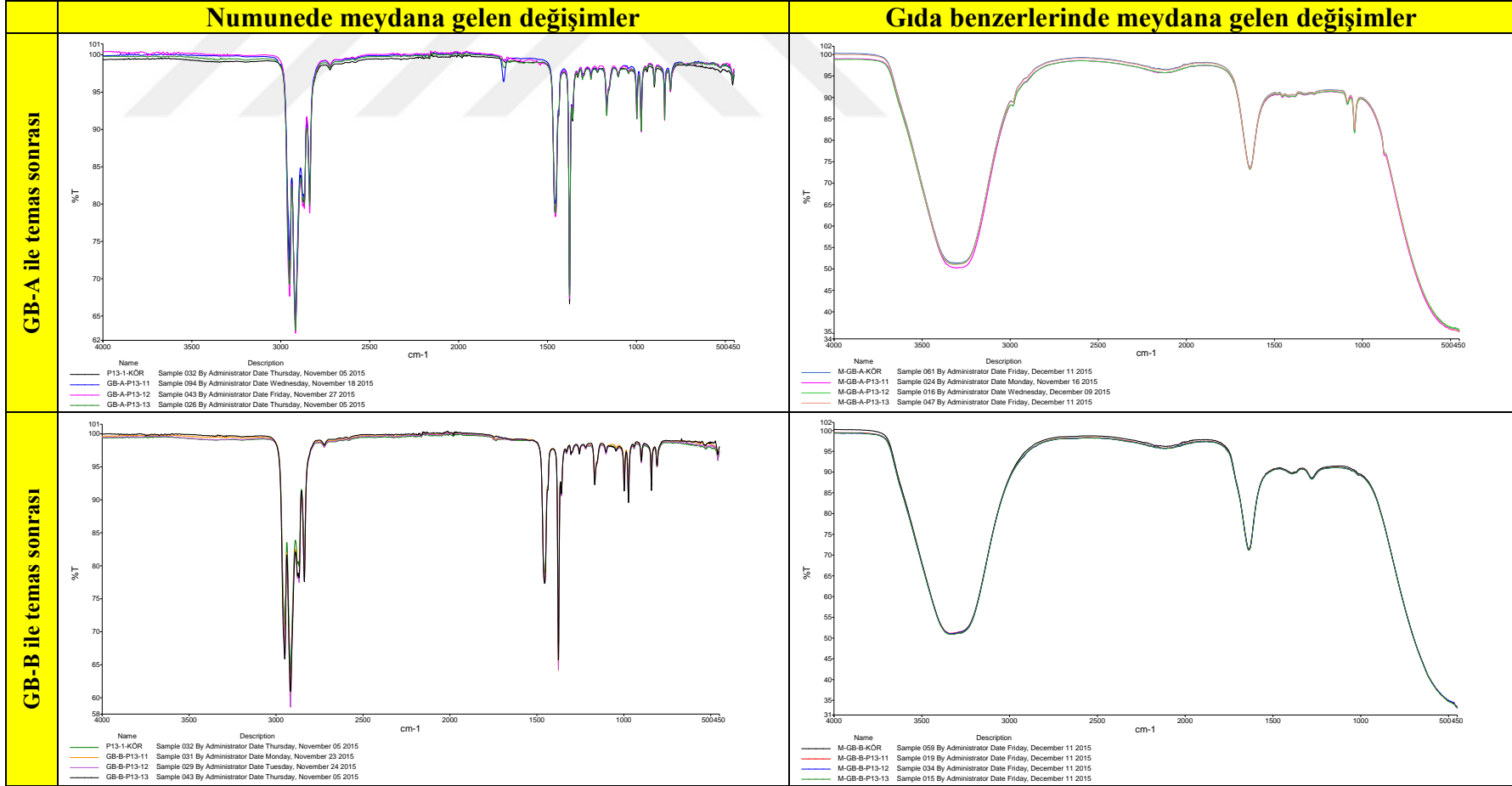
EK 17. P12-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



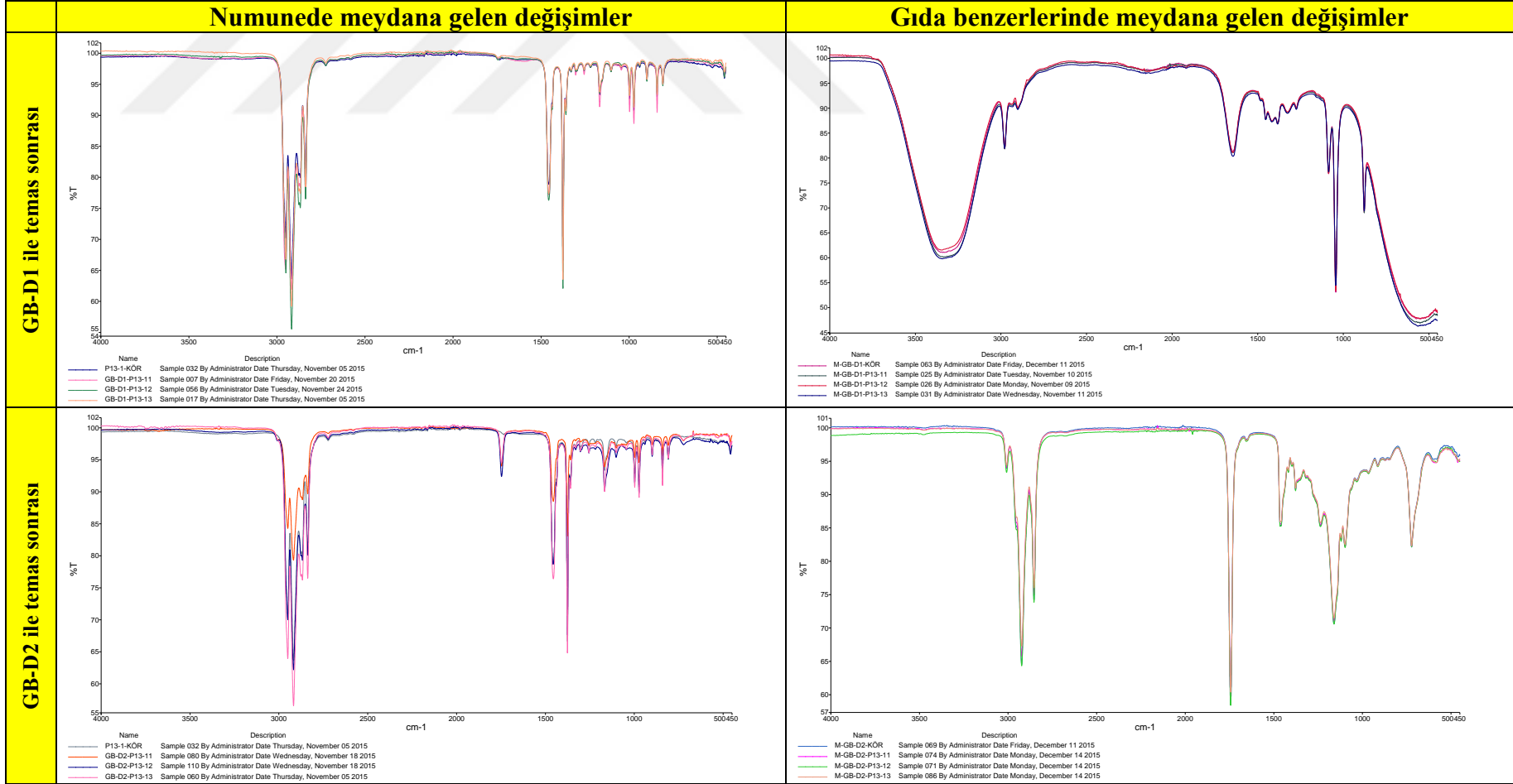
EK 17. P12-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



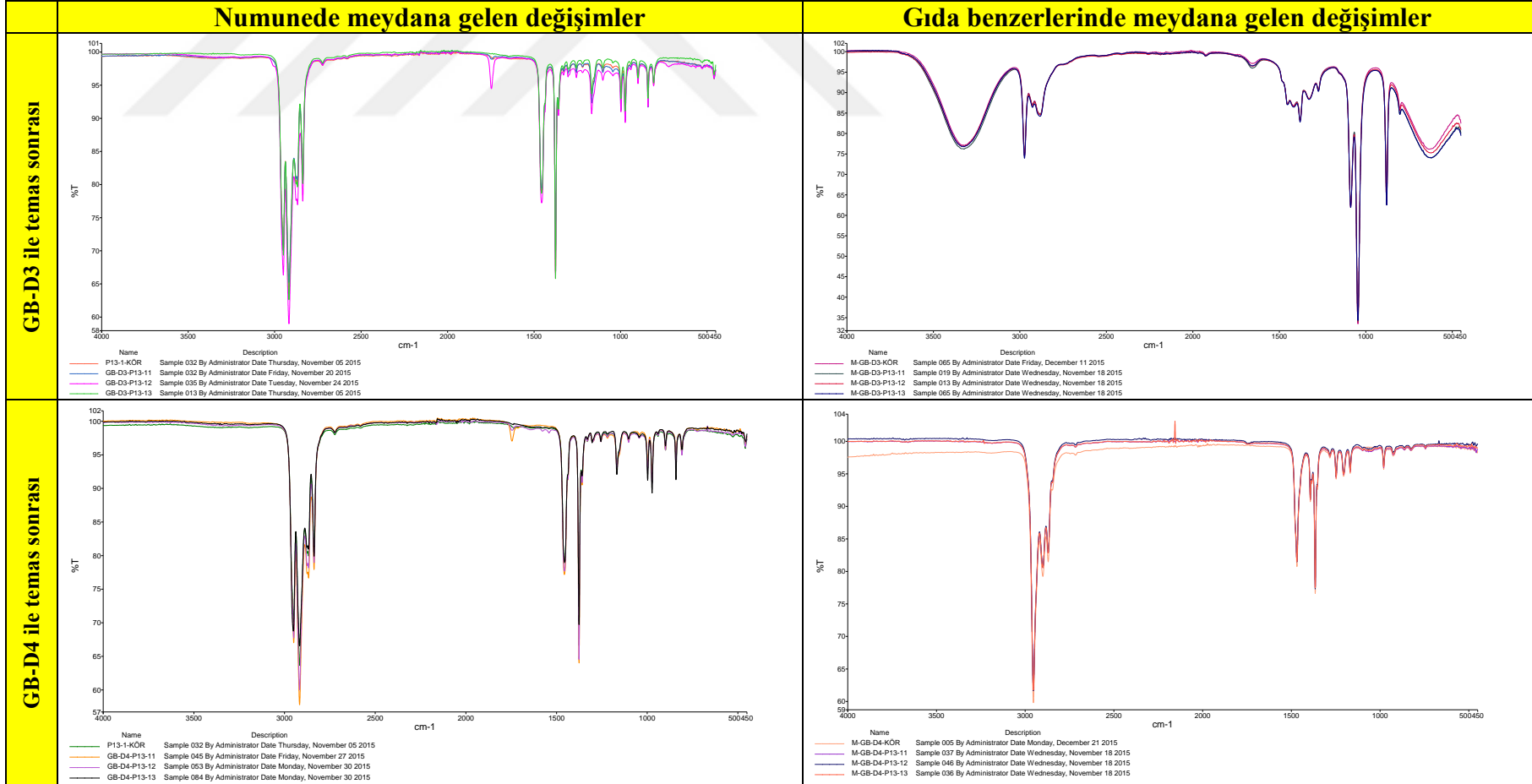
EK 18. P13-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



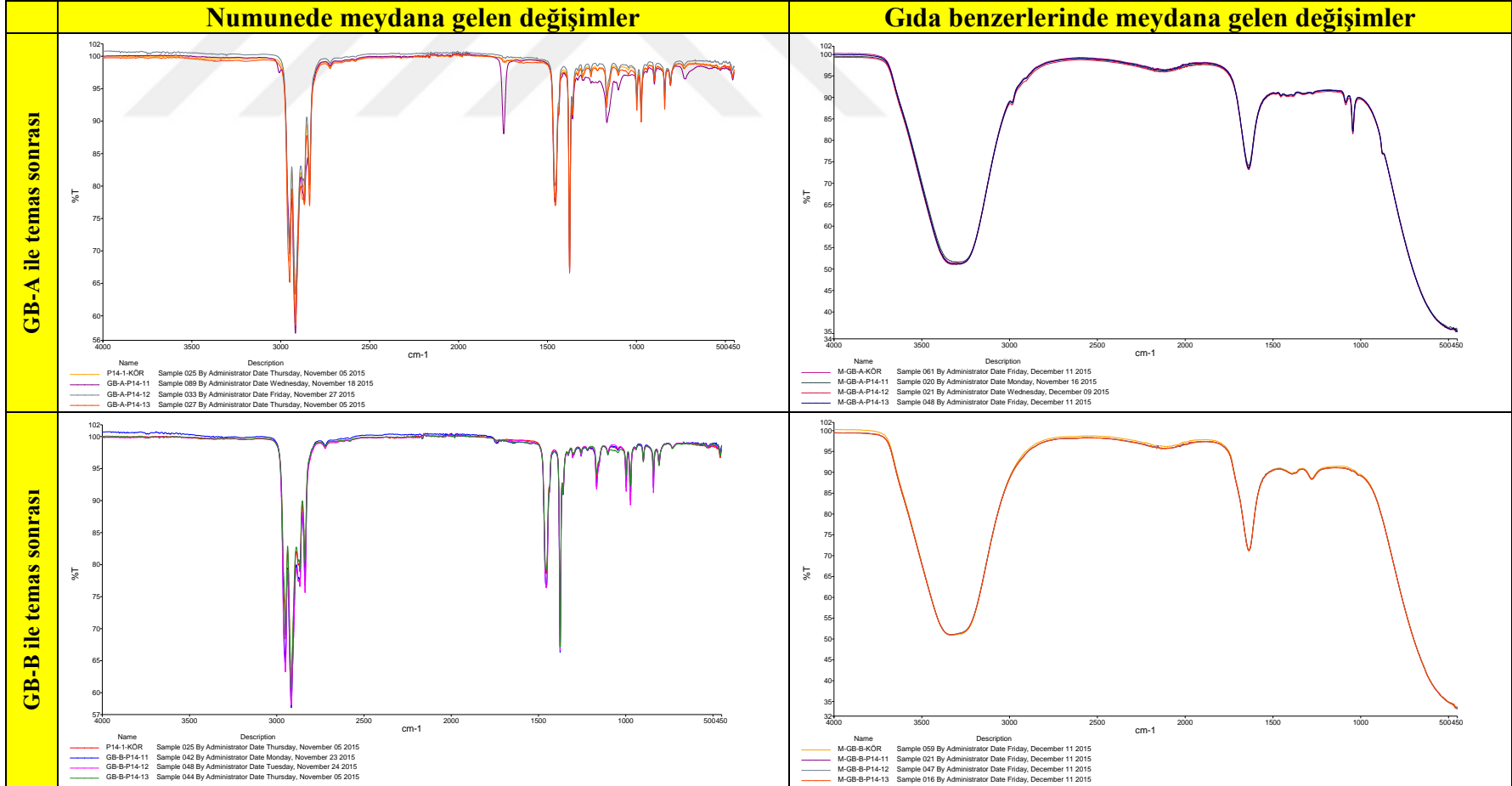
EK 18. P13-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



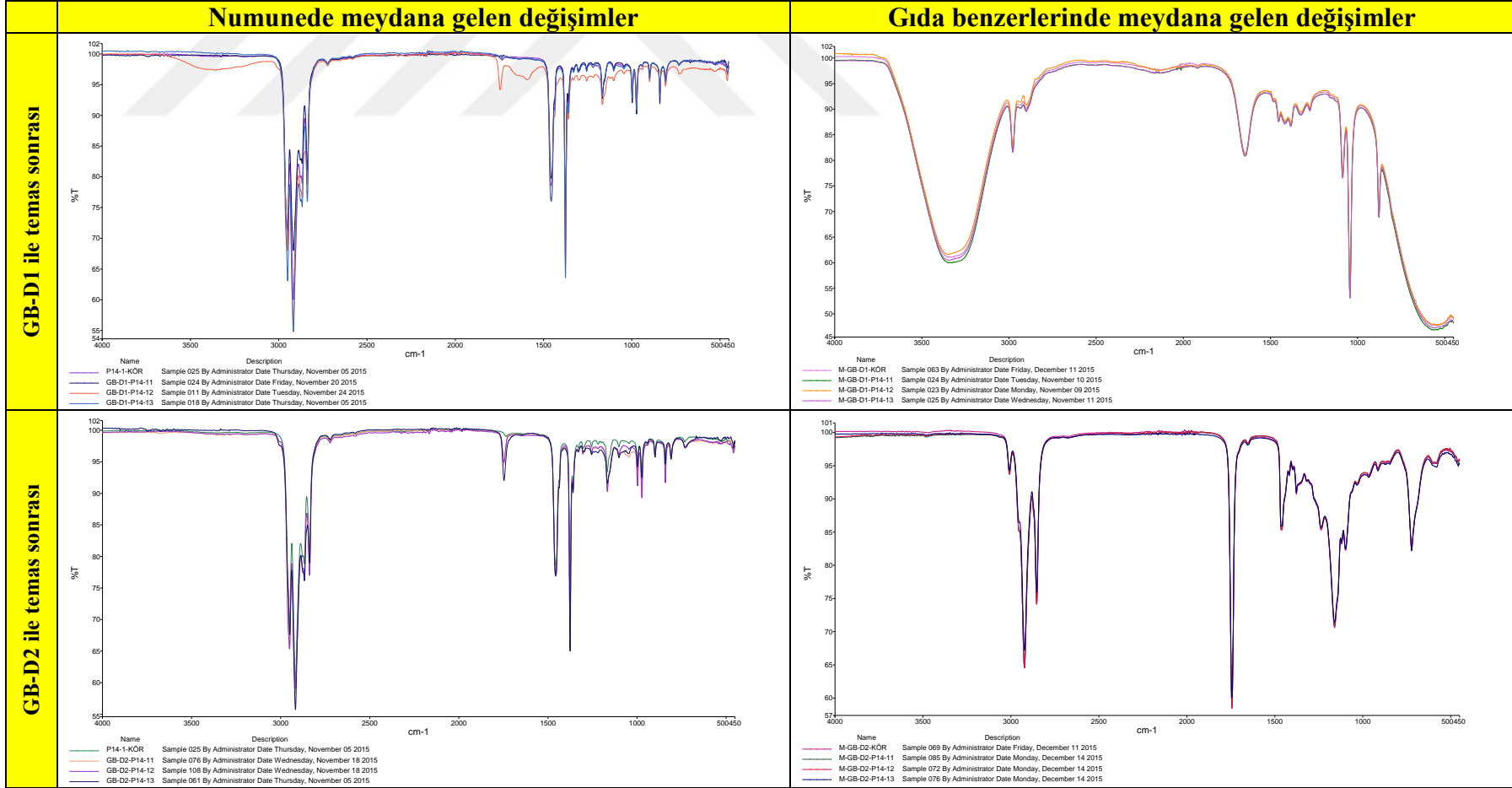
EK 18. P13-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



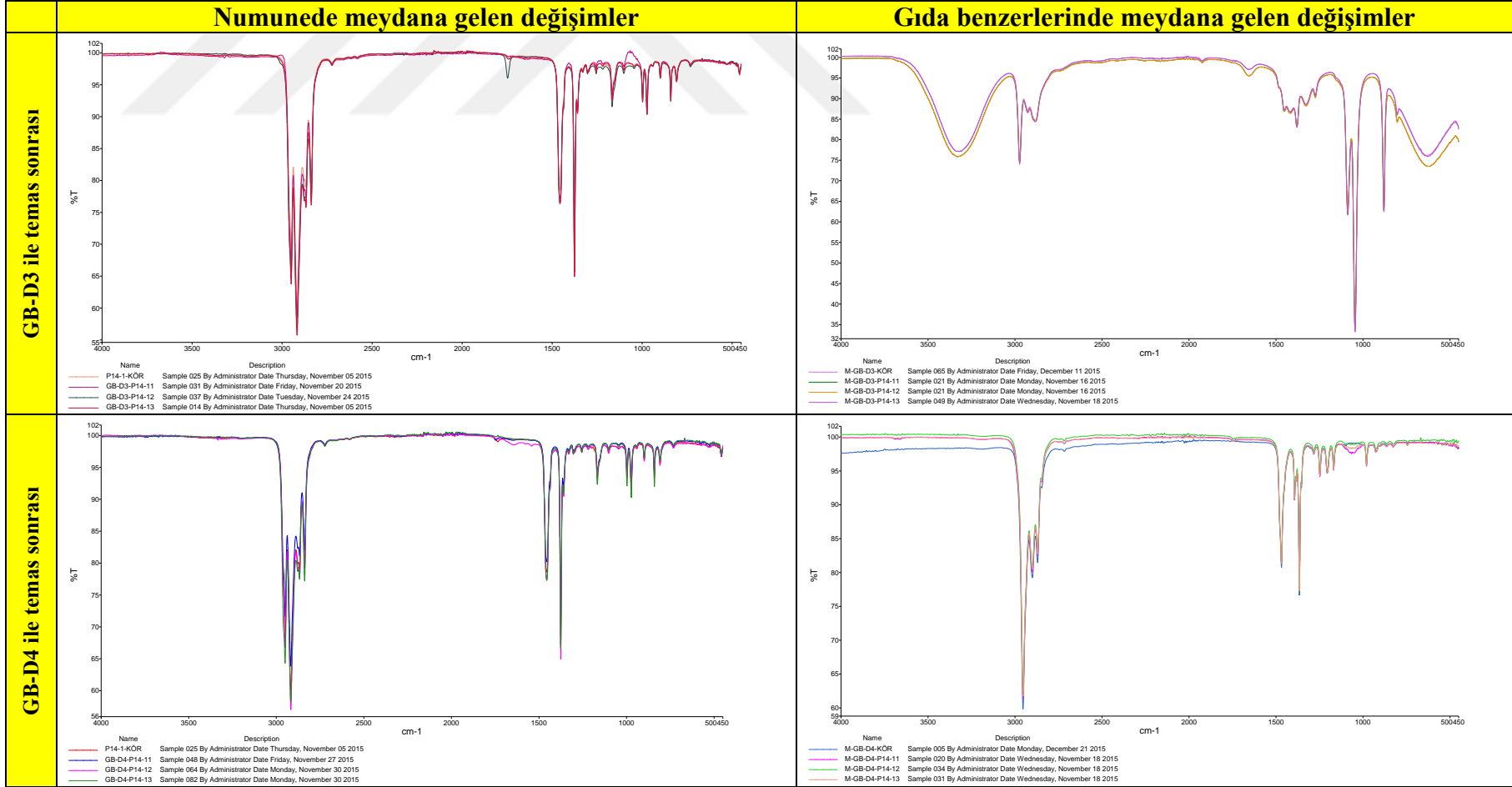
EK 19. P14-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



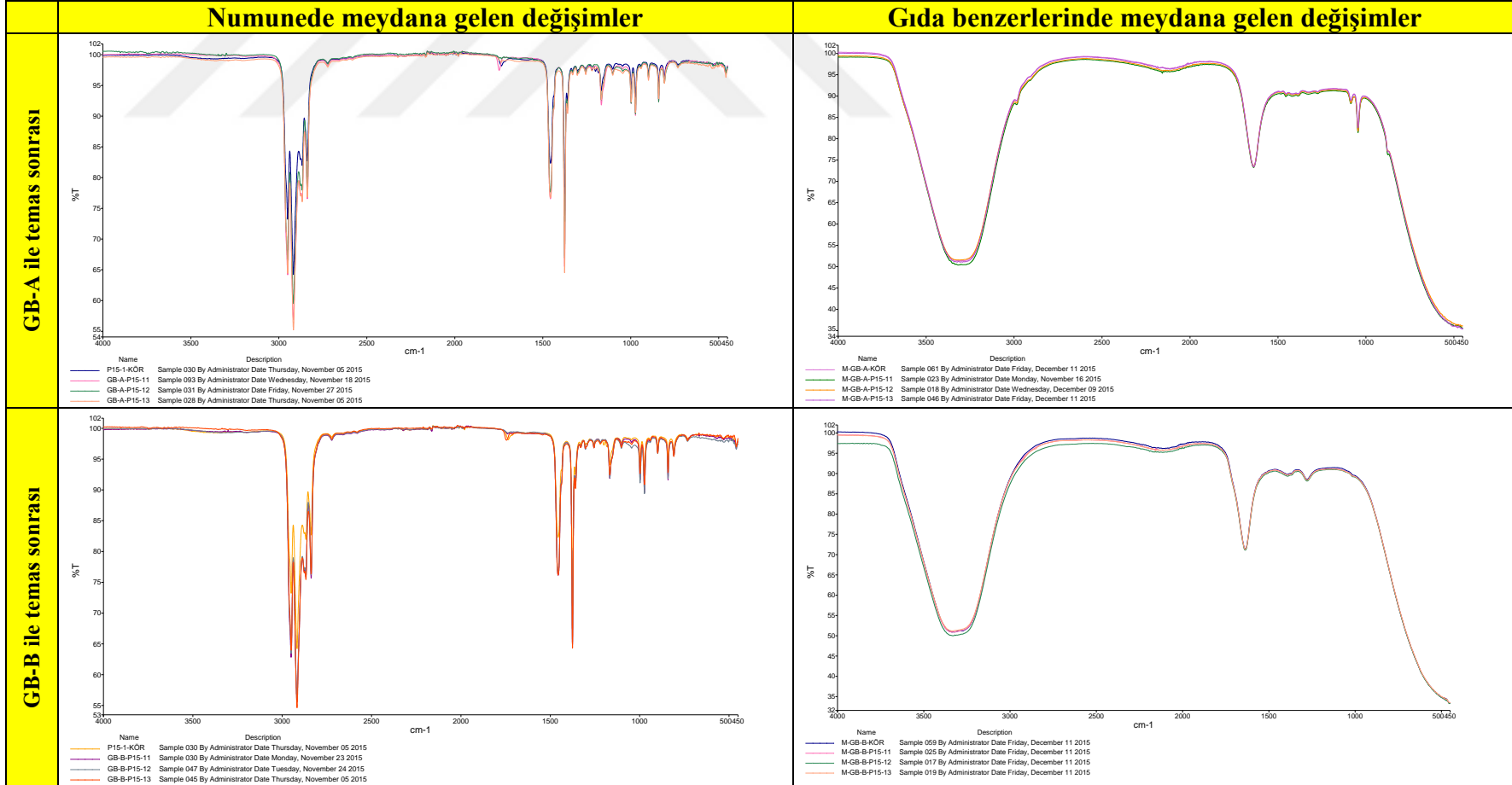
EK 19. P14-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



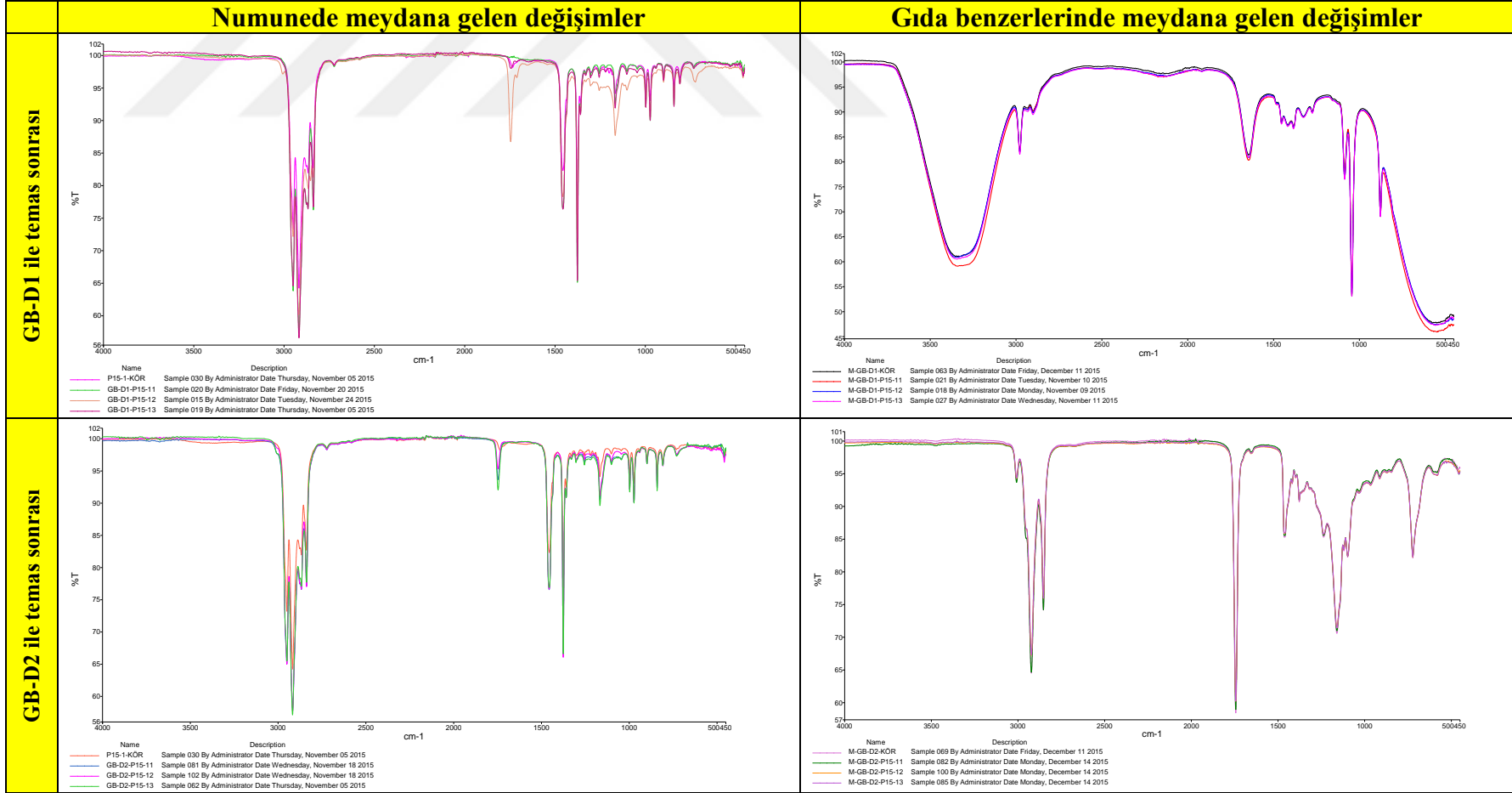
EK 19. P14-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



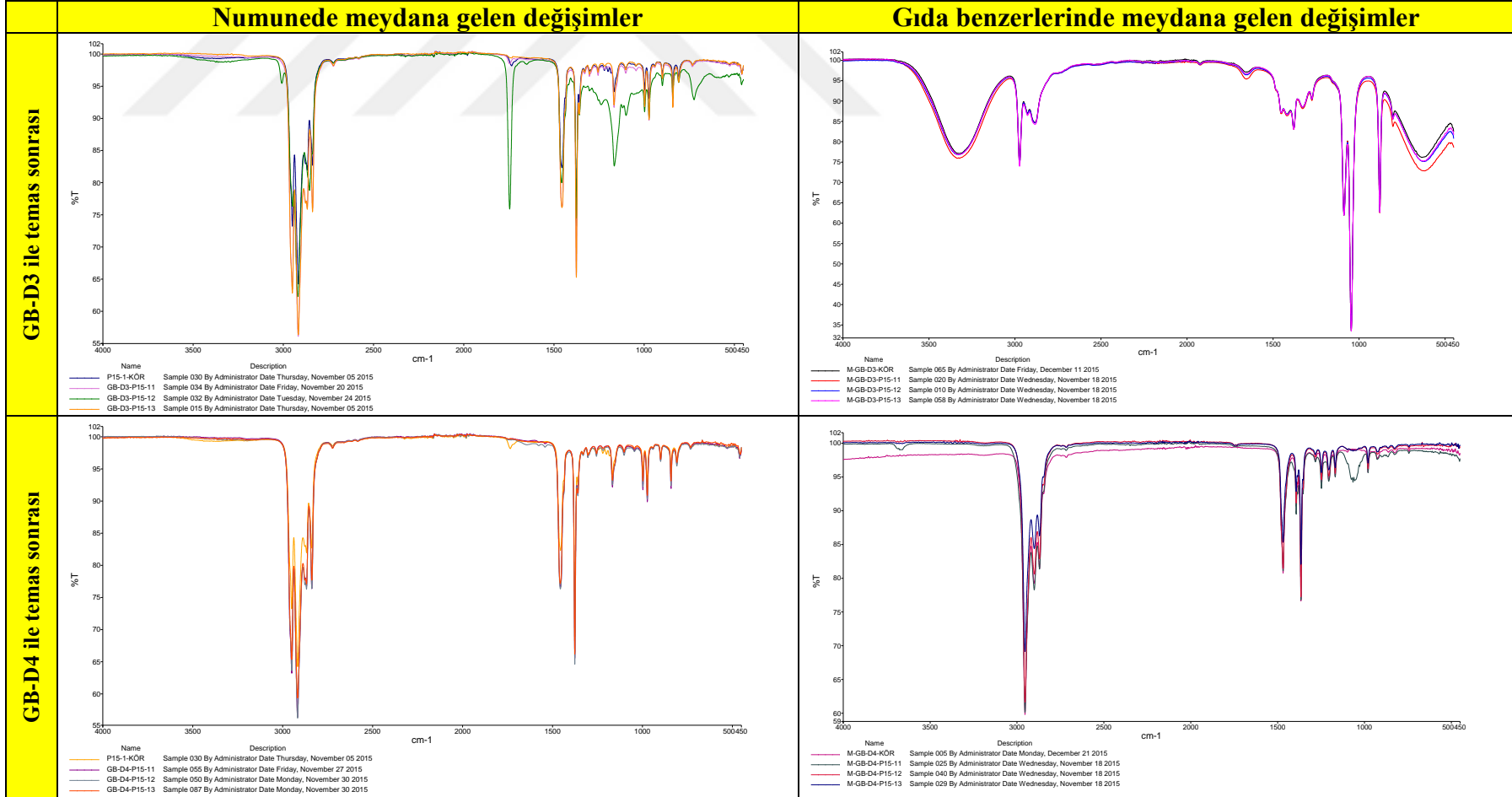
EK 20. P15-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



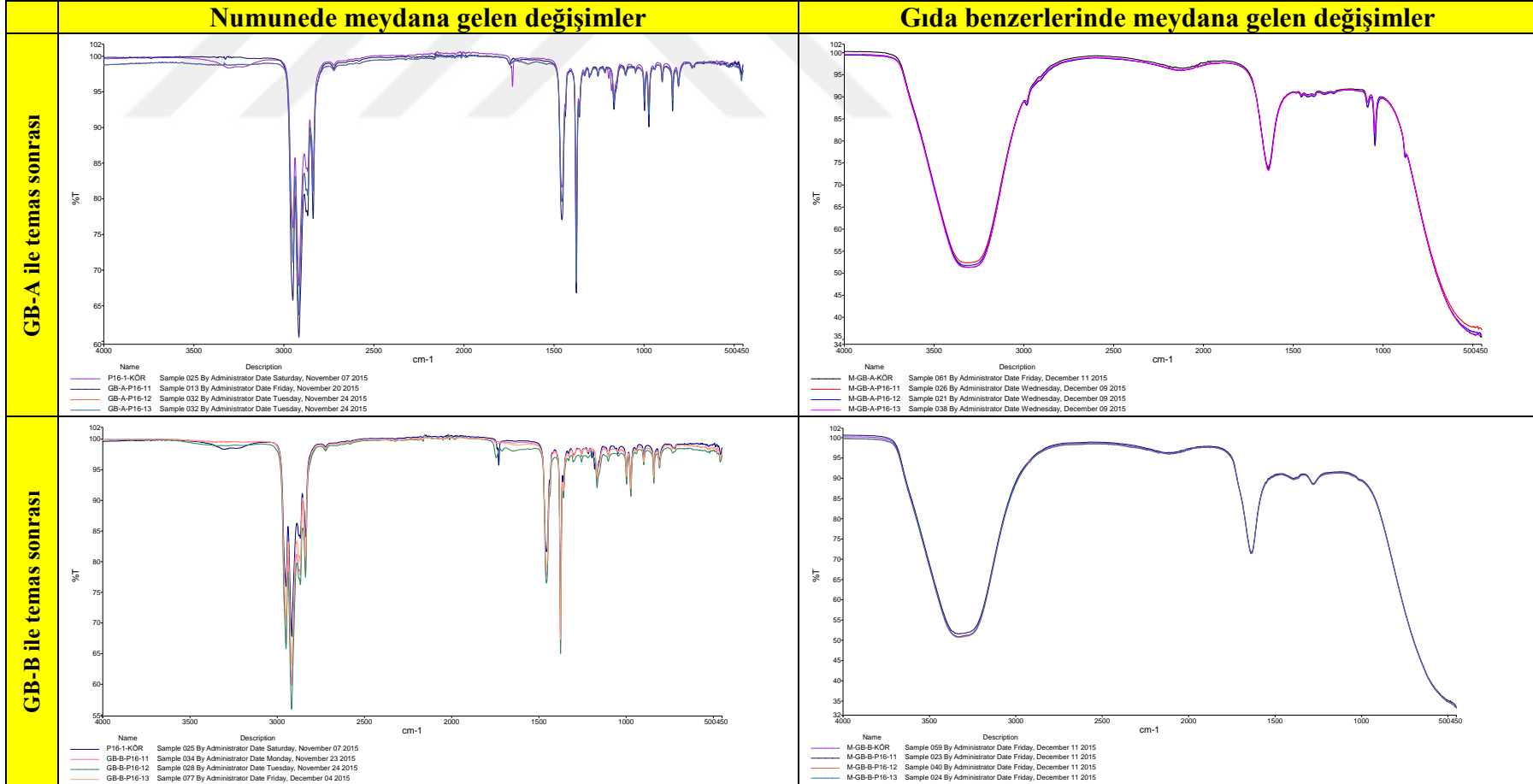
EK 20. P15-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



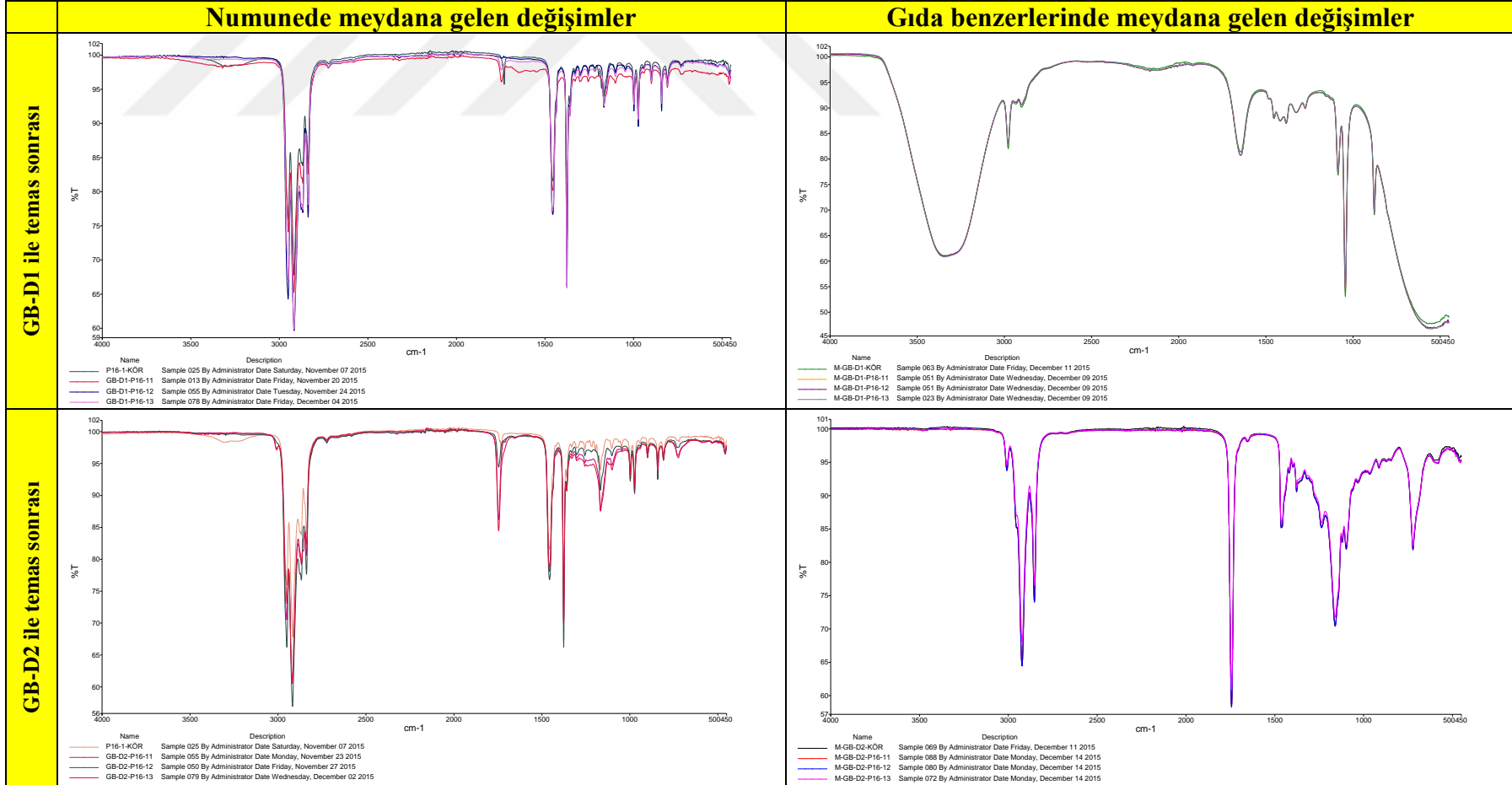
EK 20. P15-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



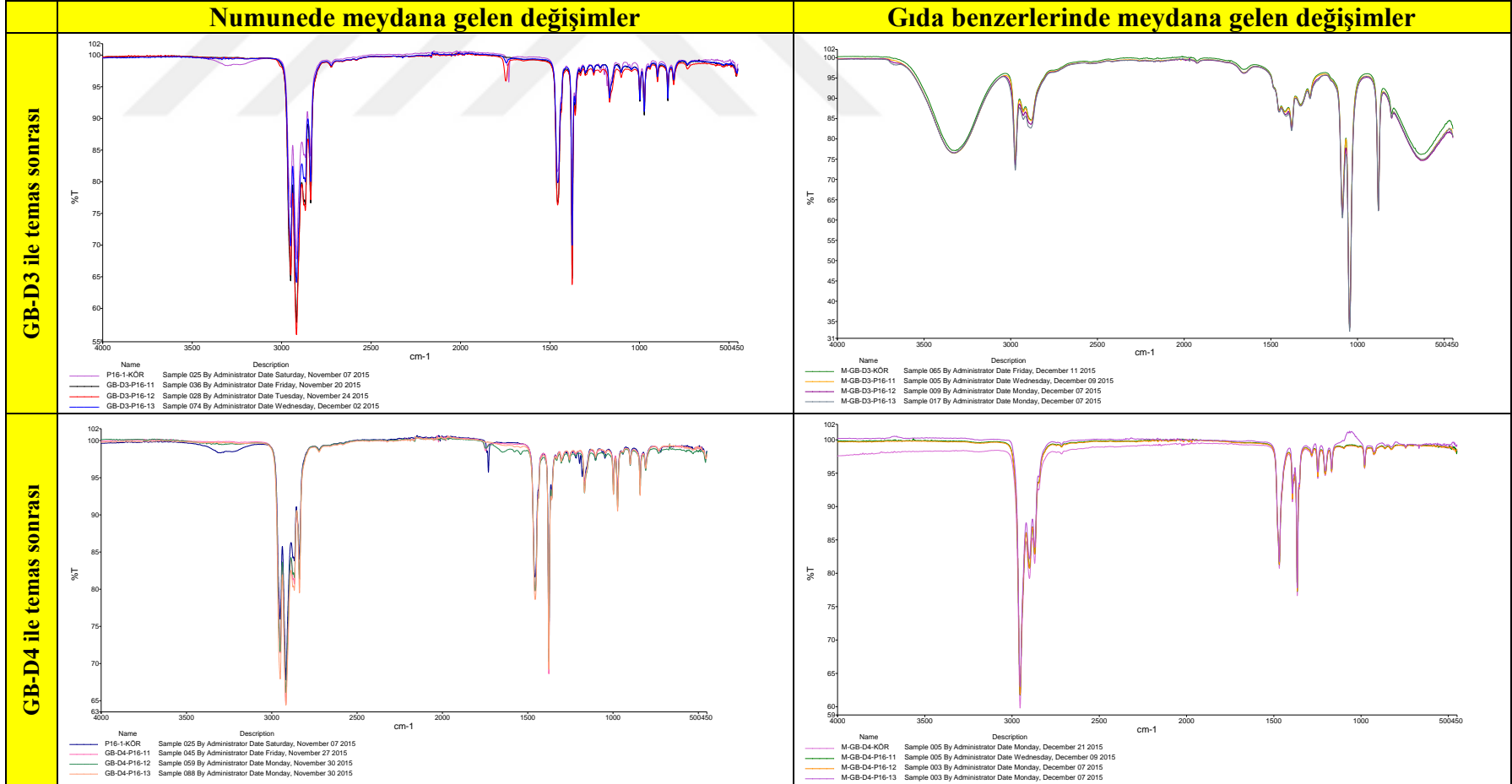
EK 21. P16-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



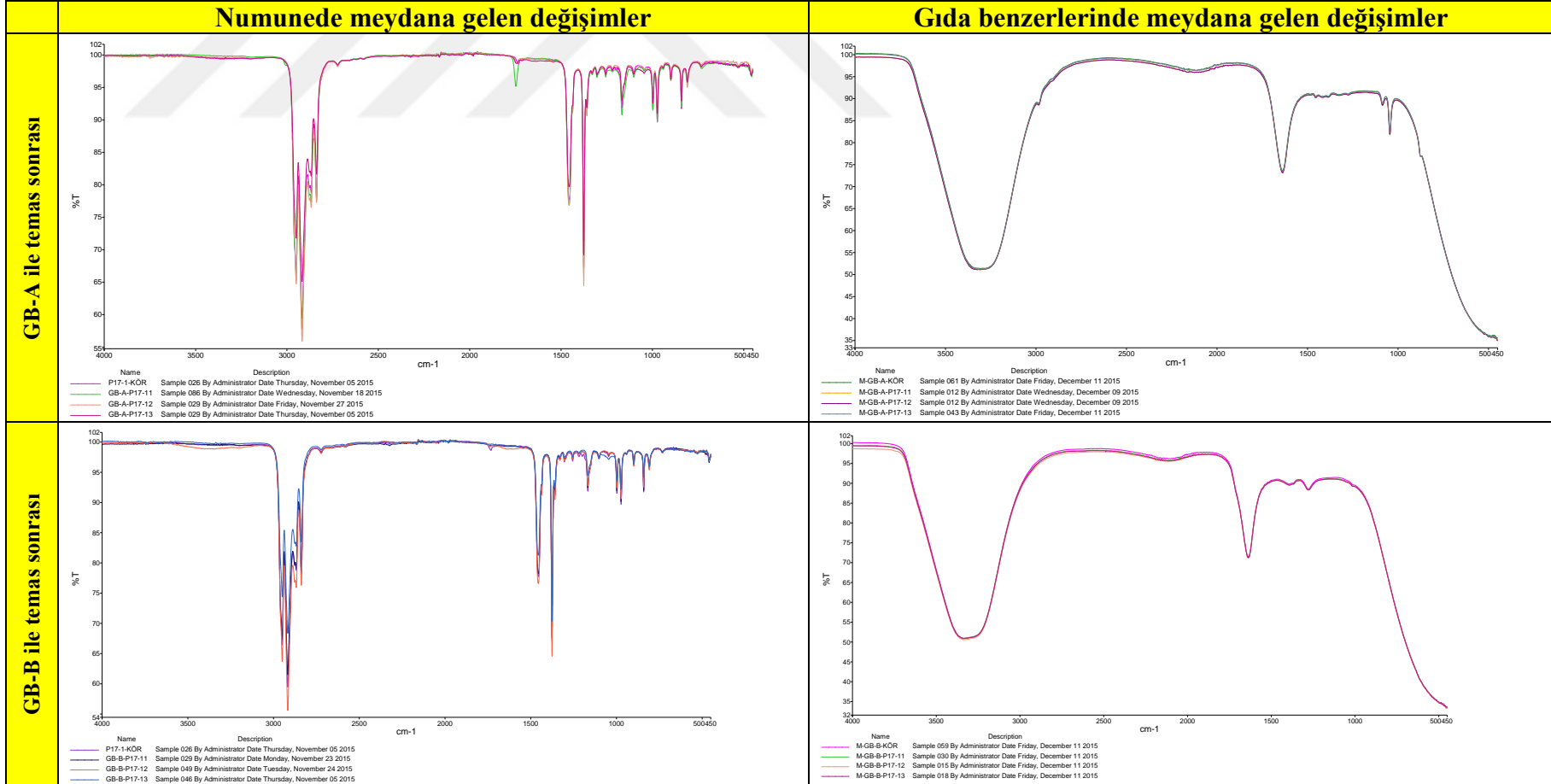
EK 21. P16-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



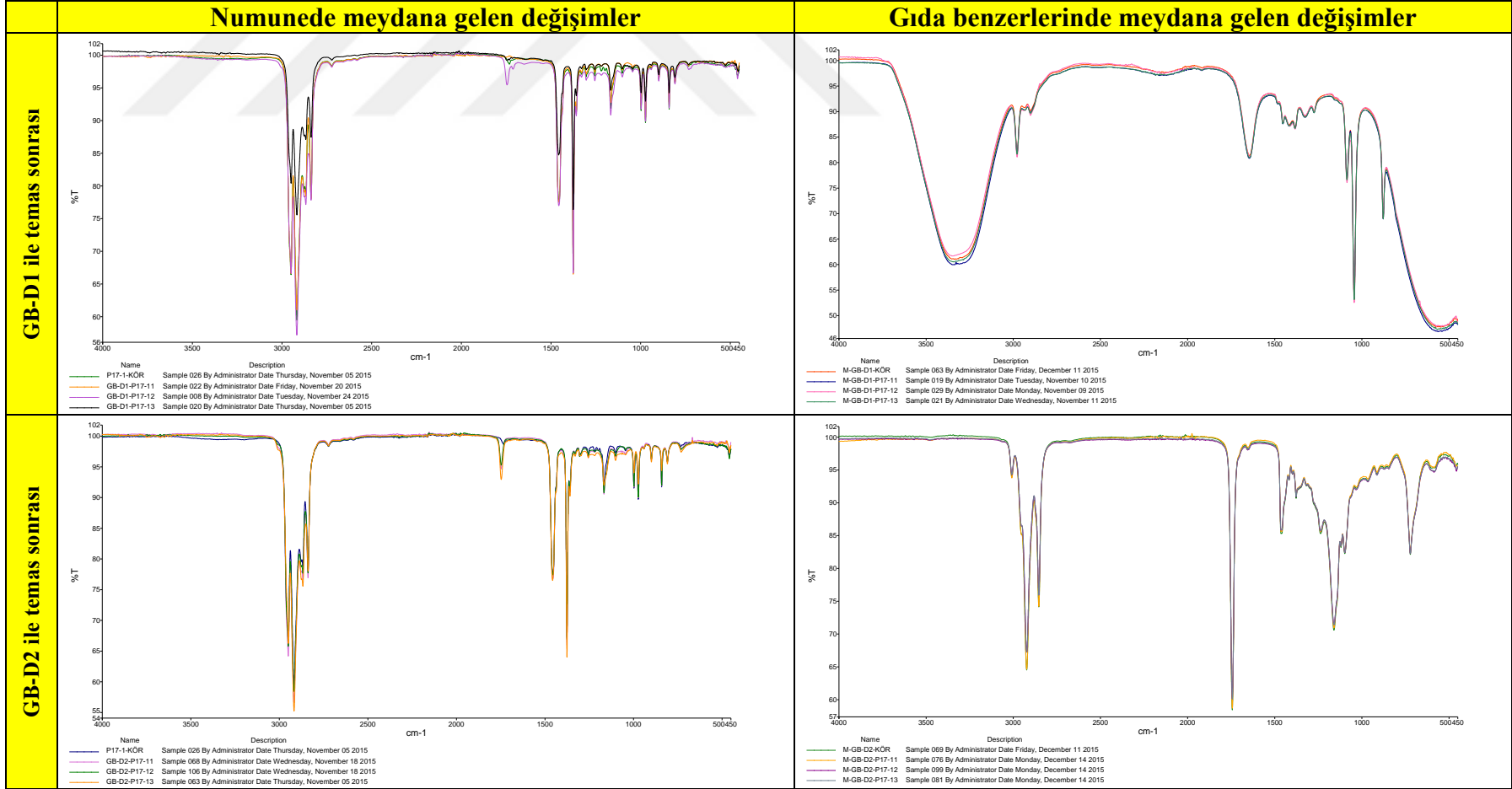
EK 21. P16-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



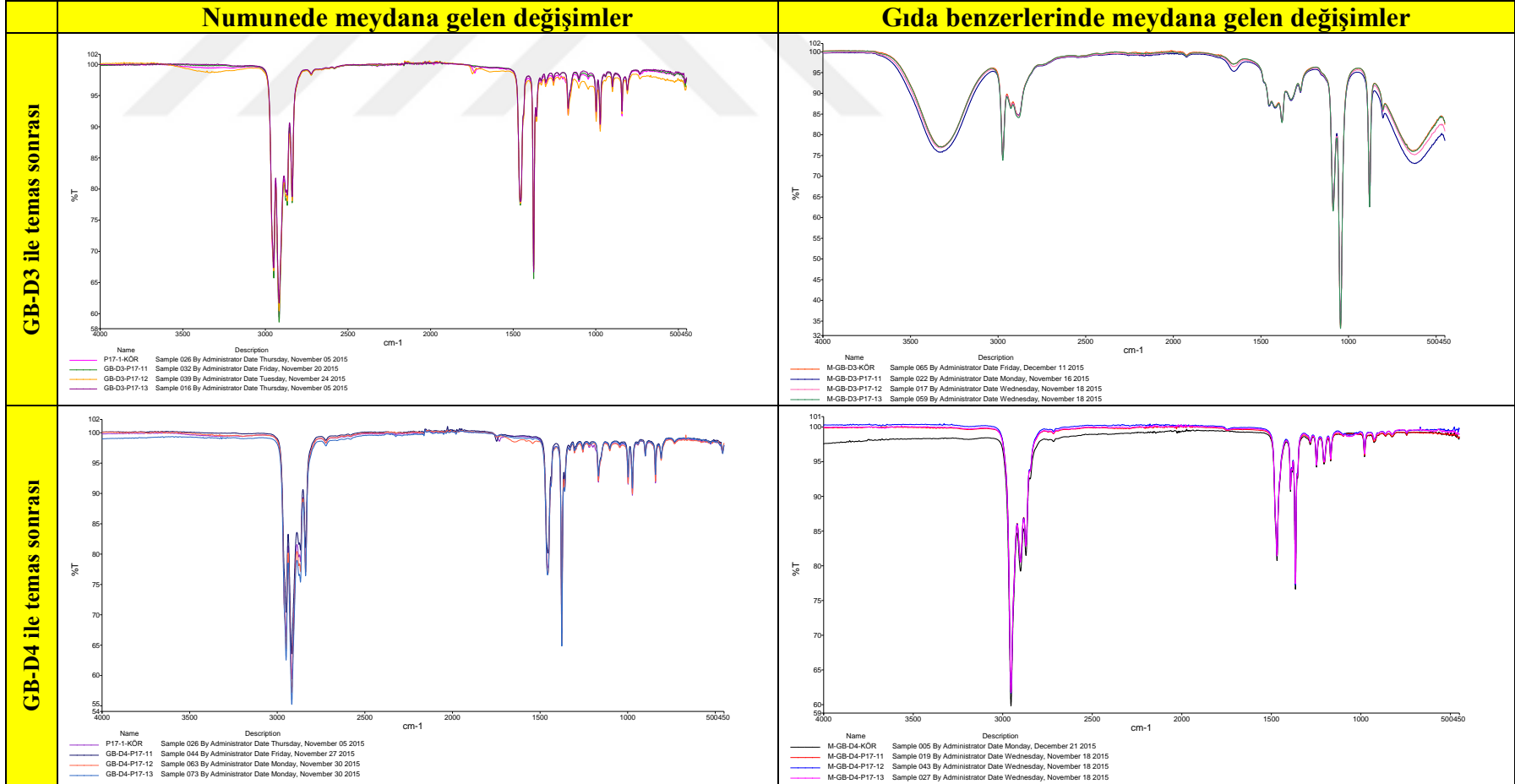
EK 22. P17-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



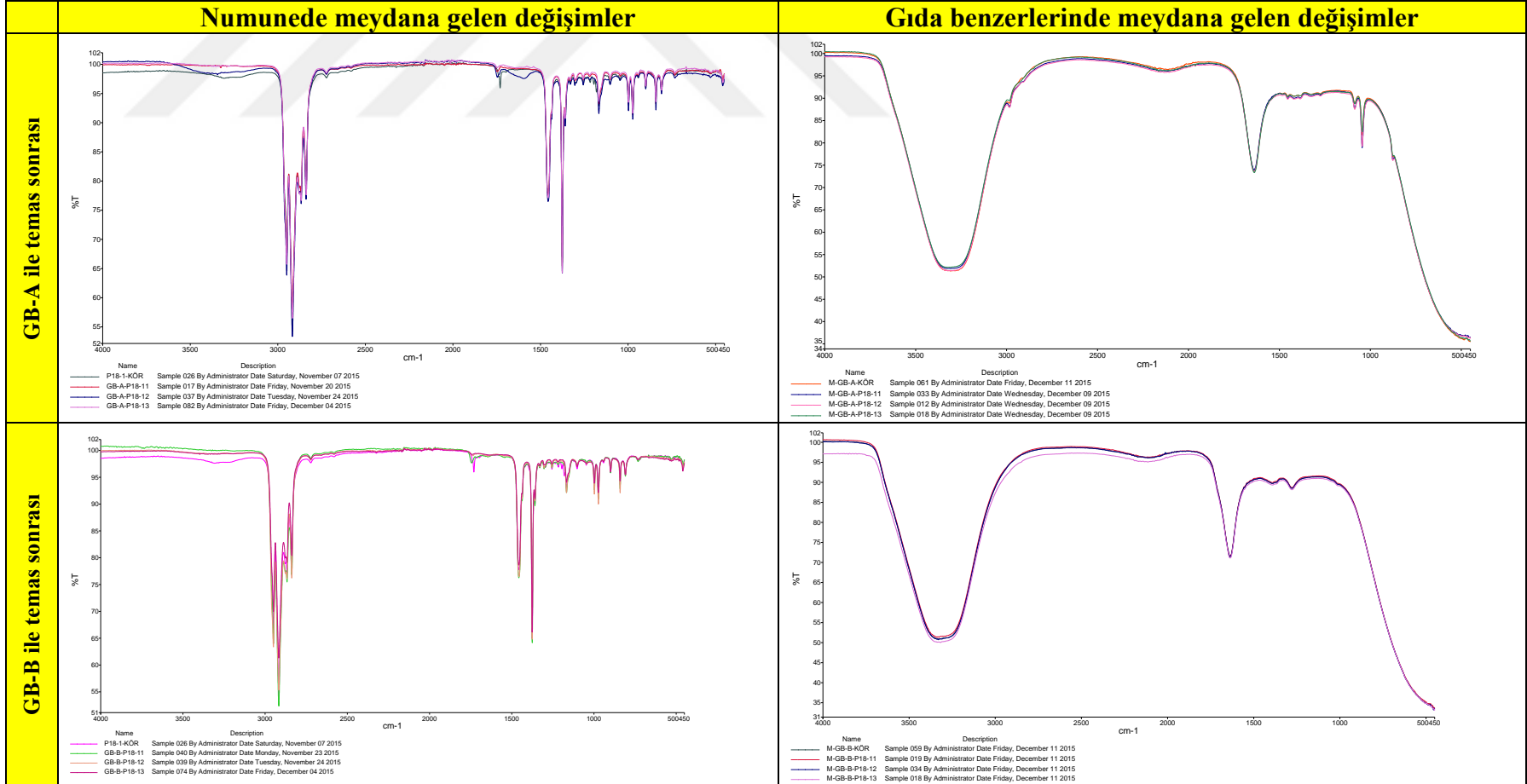
EK 22. P17-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



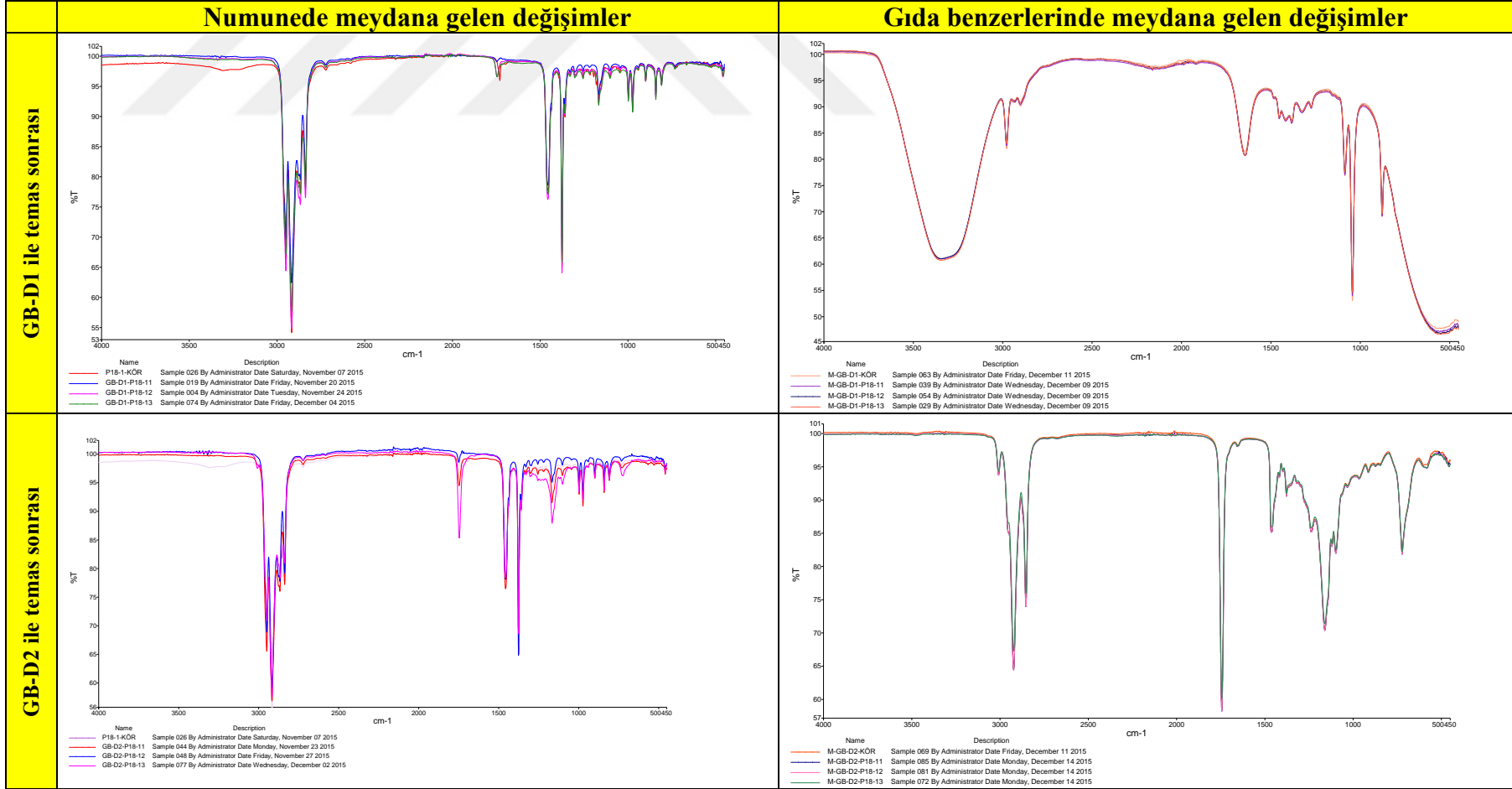
EK 22. P17-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



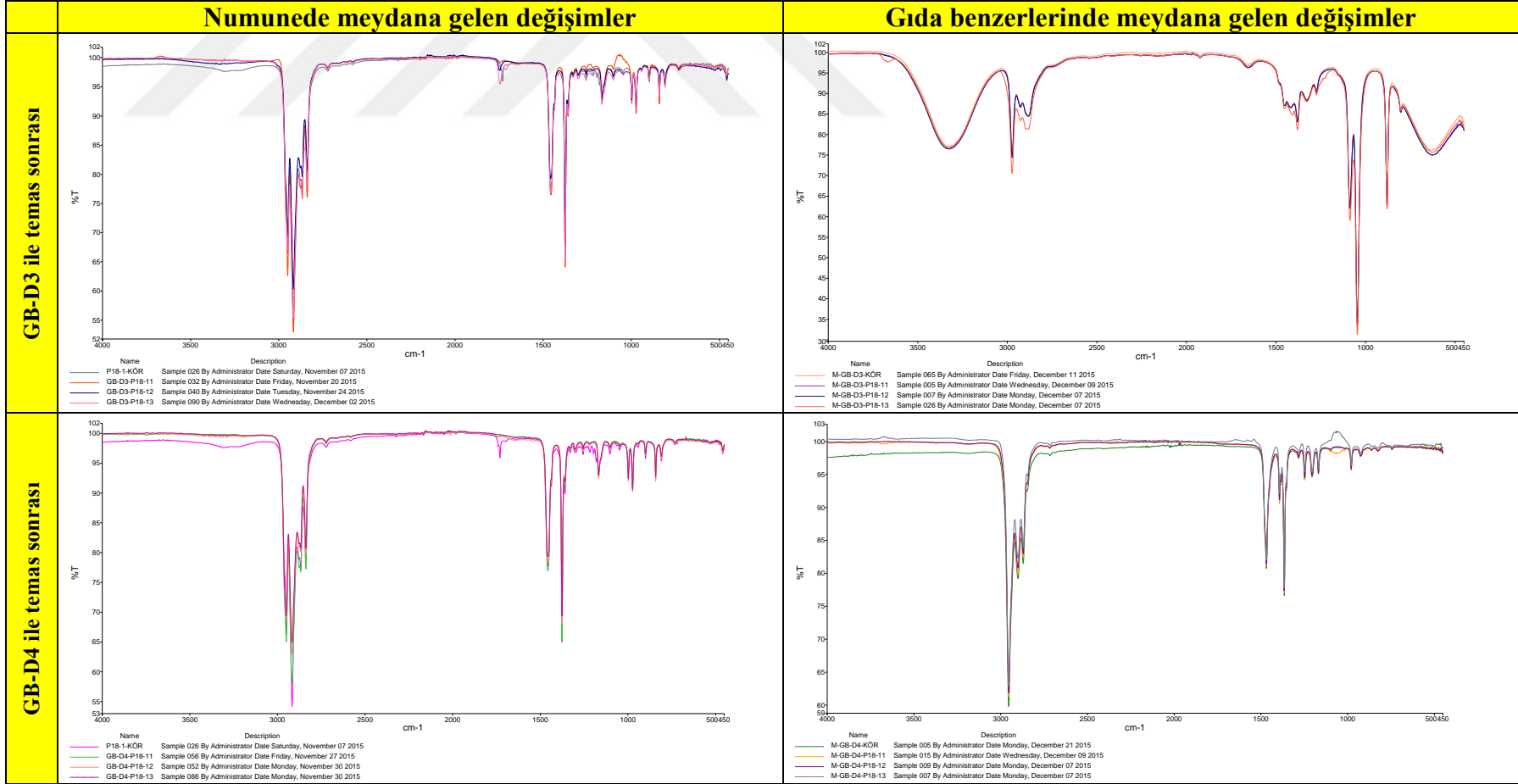
EK 23. P18-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



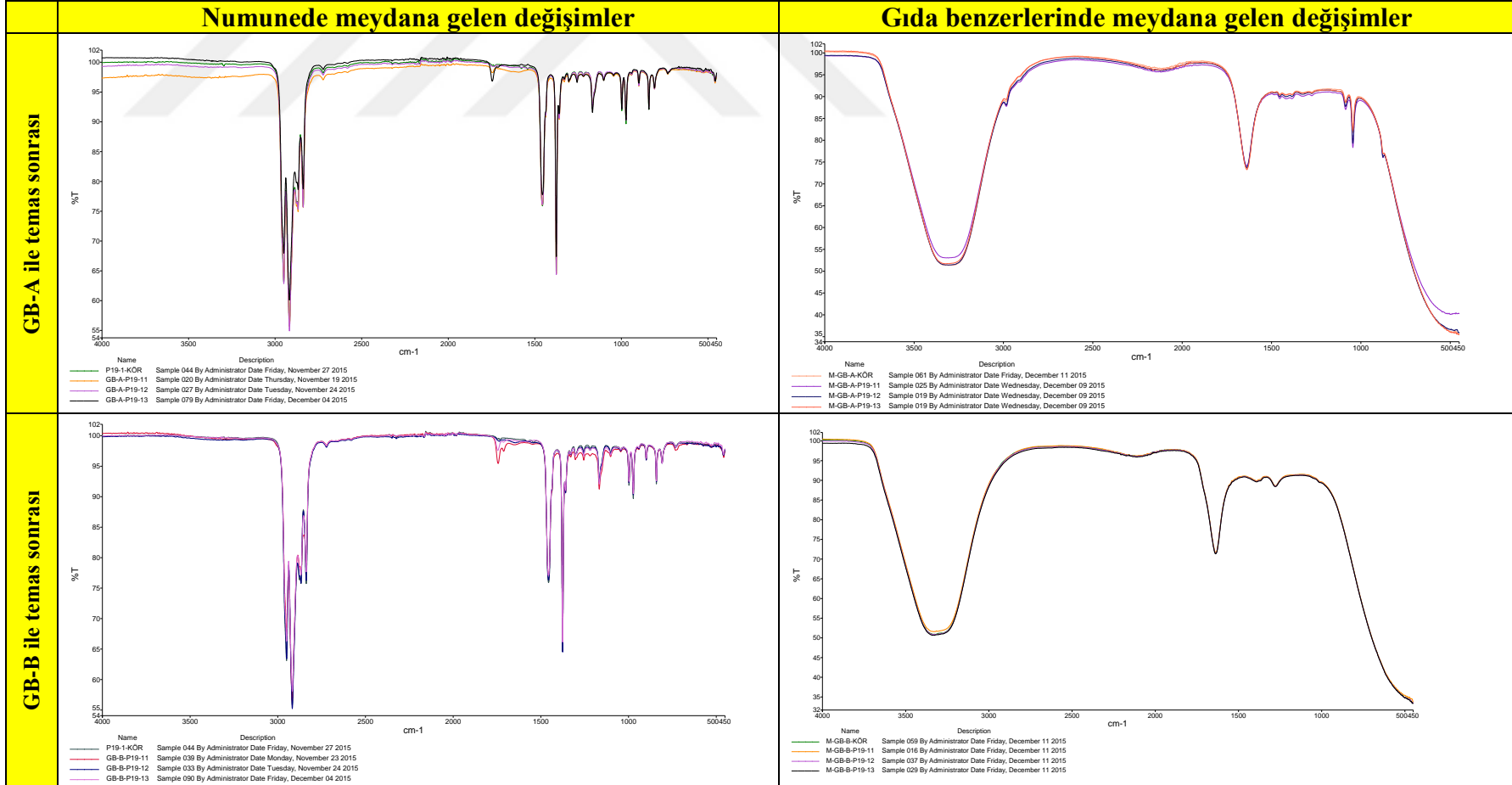
EK 23. P18-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



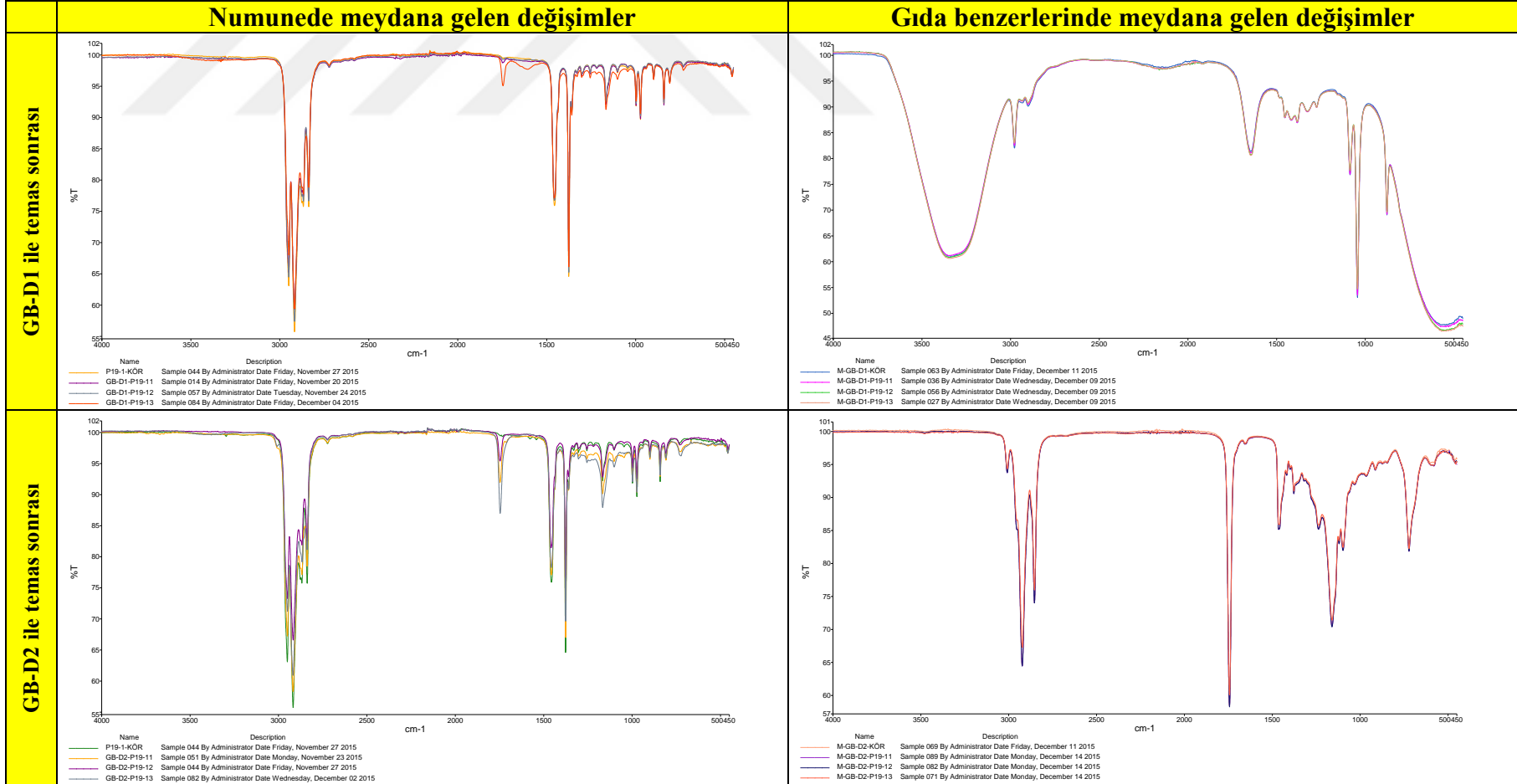
EK 23. P18-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



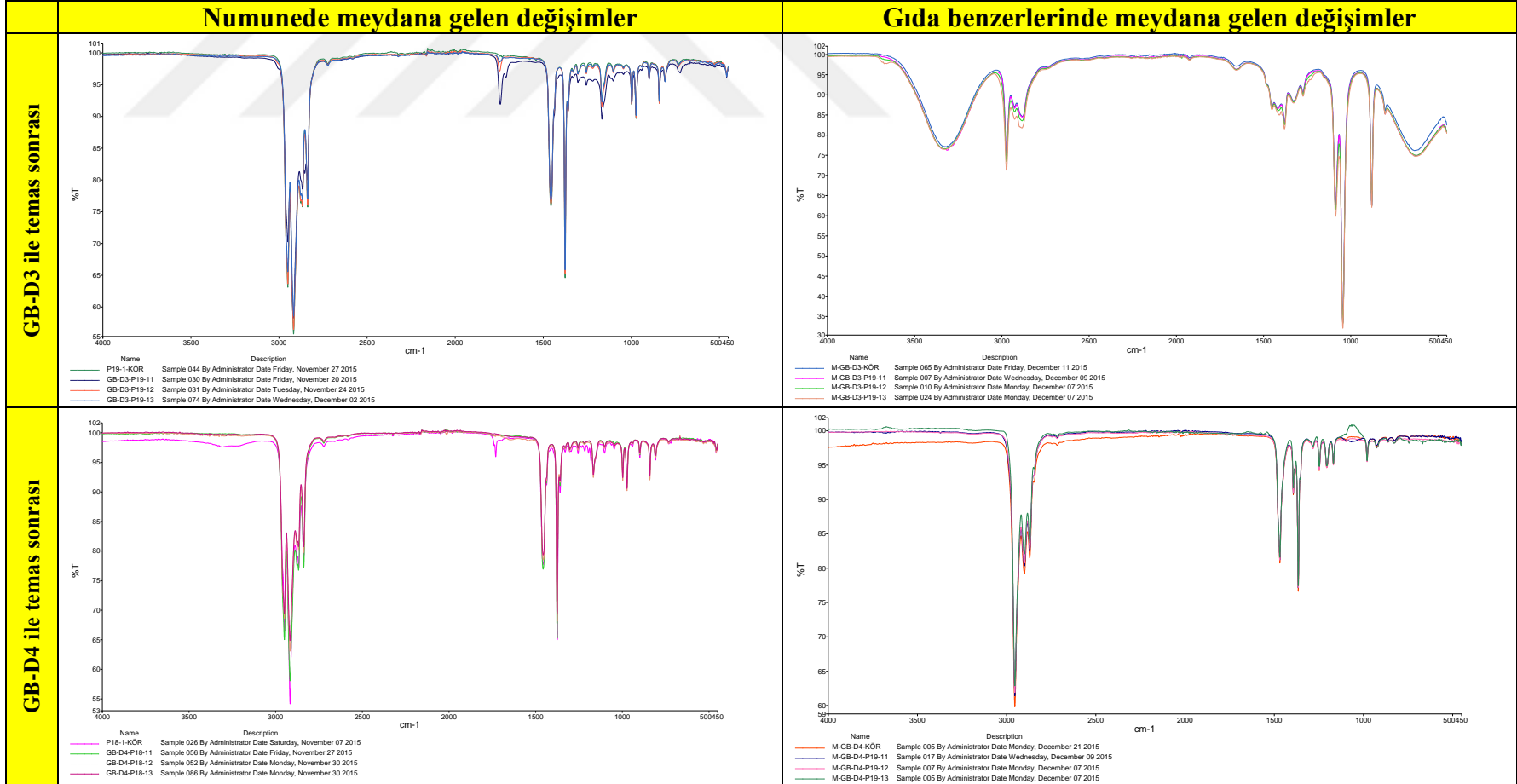
EK 24. P19-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



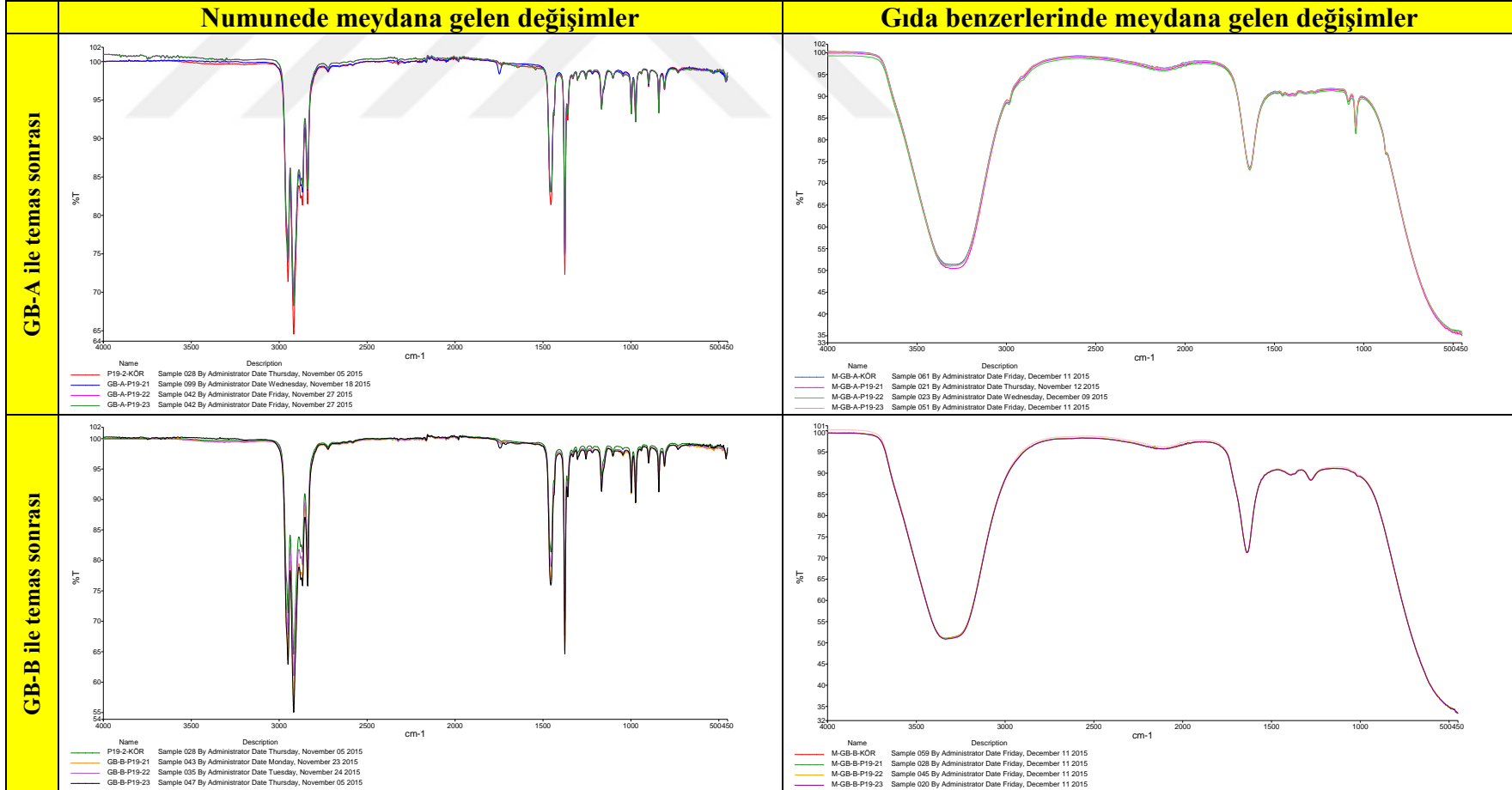
EK 24. P19-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



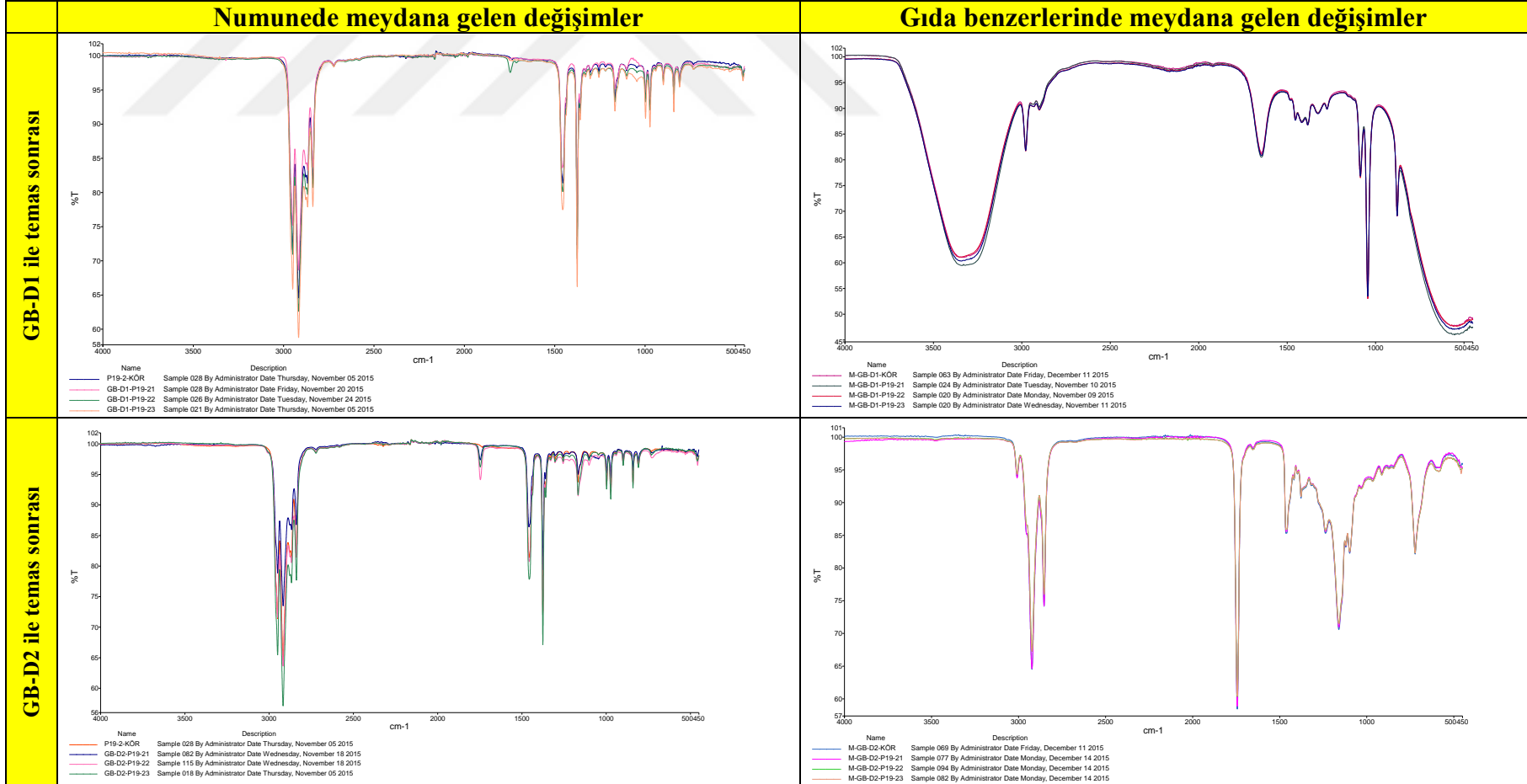
EK 24. P19-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



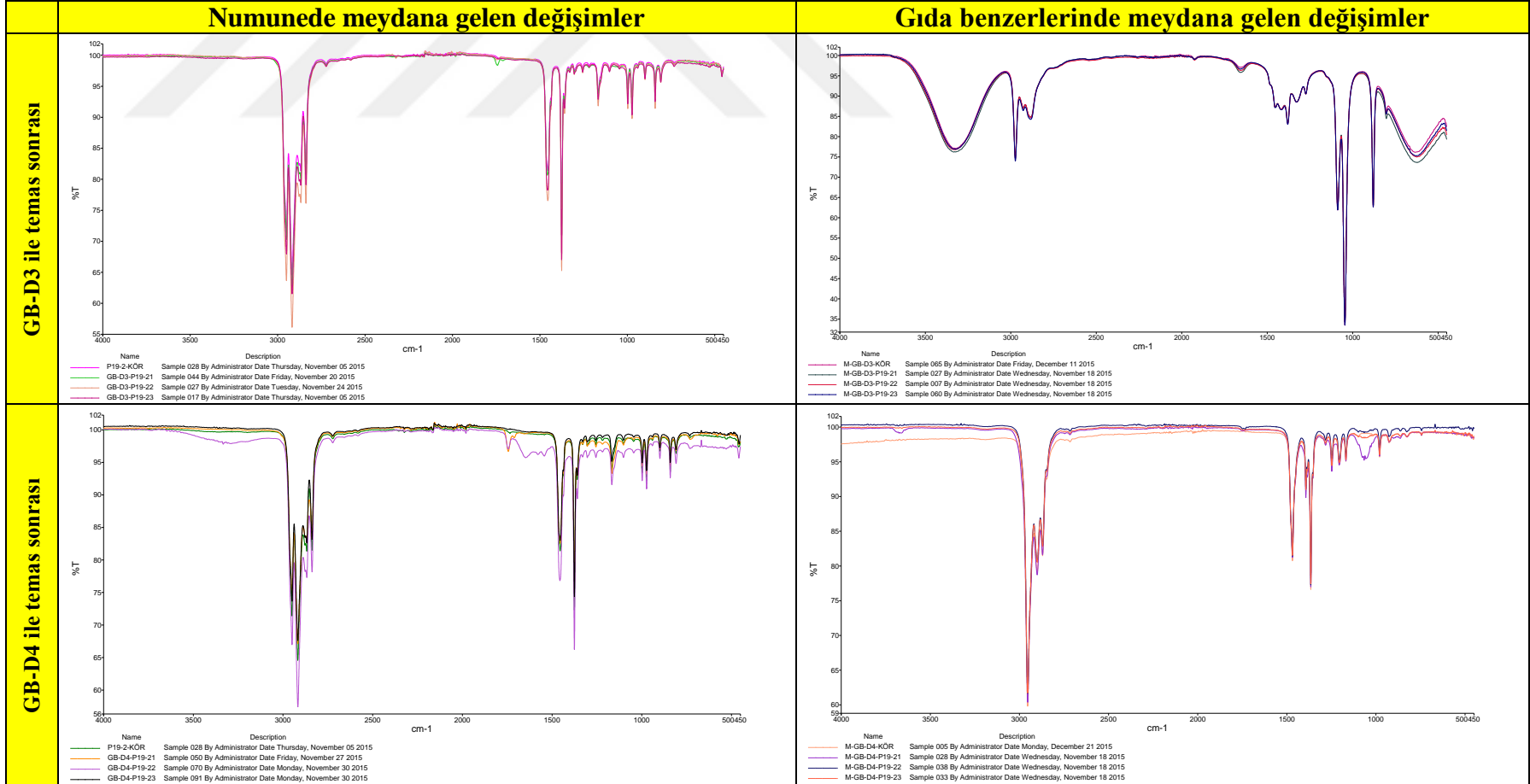
EK 25. P19-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



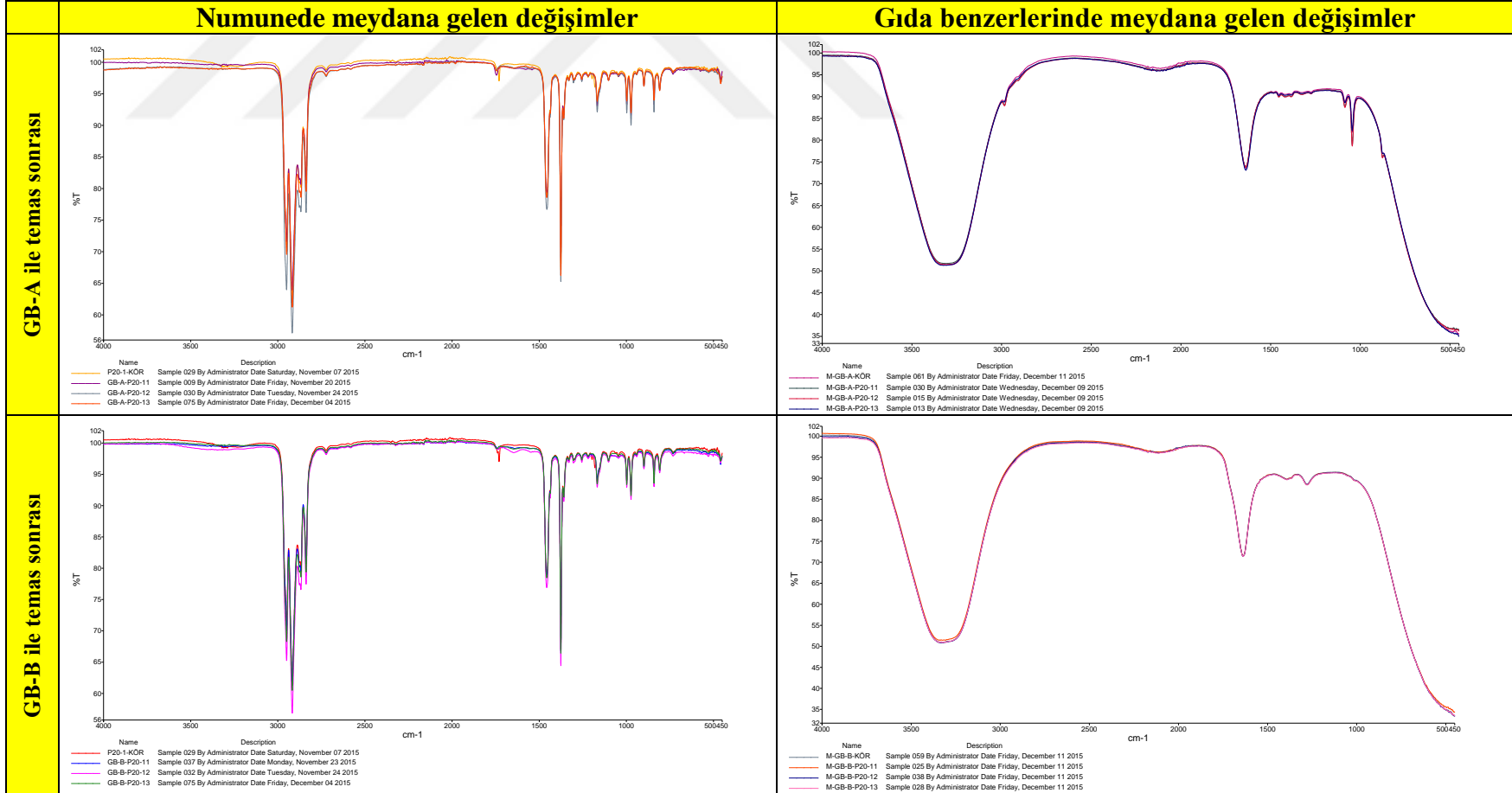
EK 25. P19-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



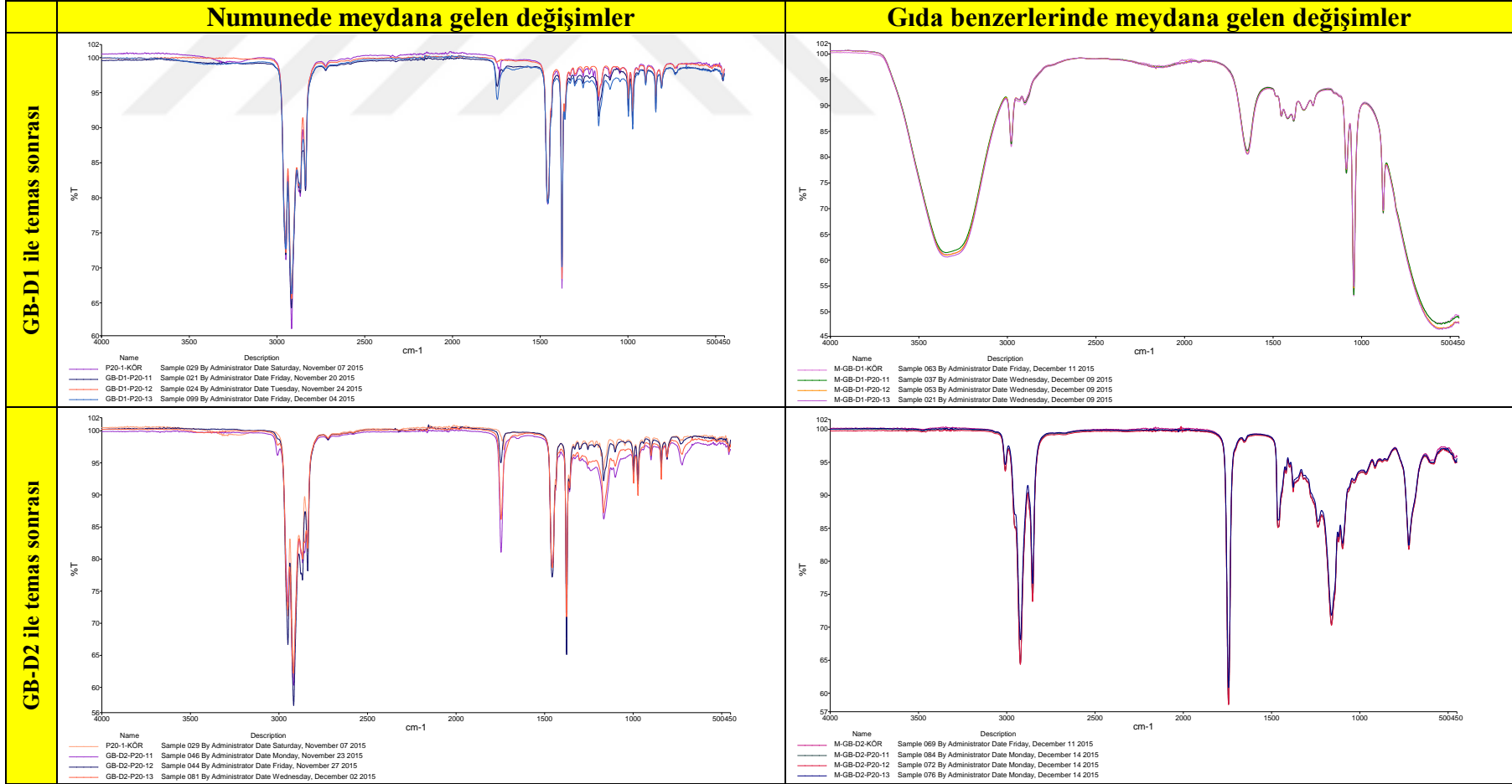
EK 25. P19-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



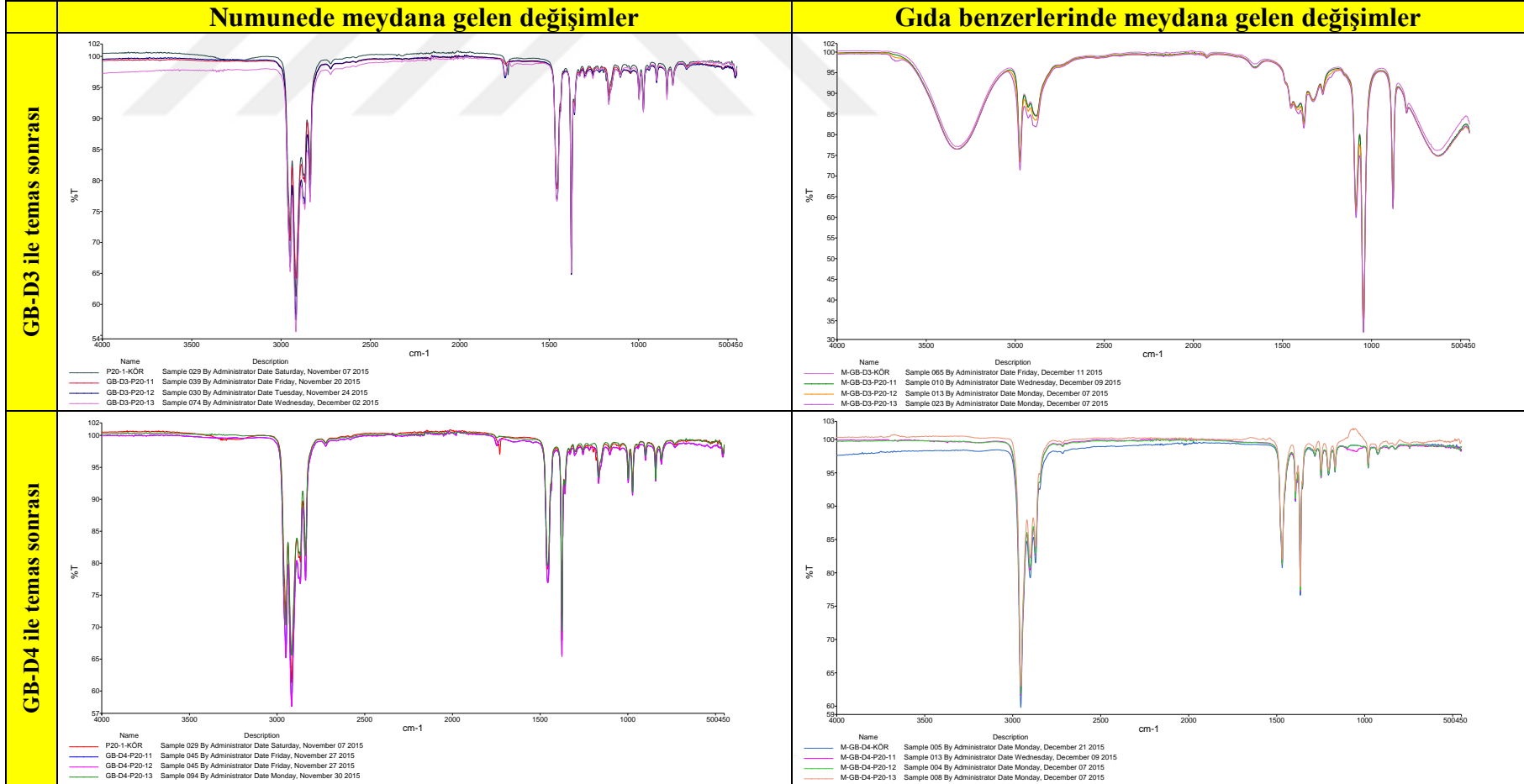
EK 26. P20-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



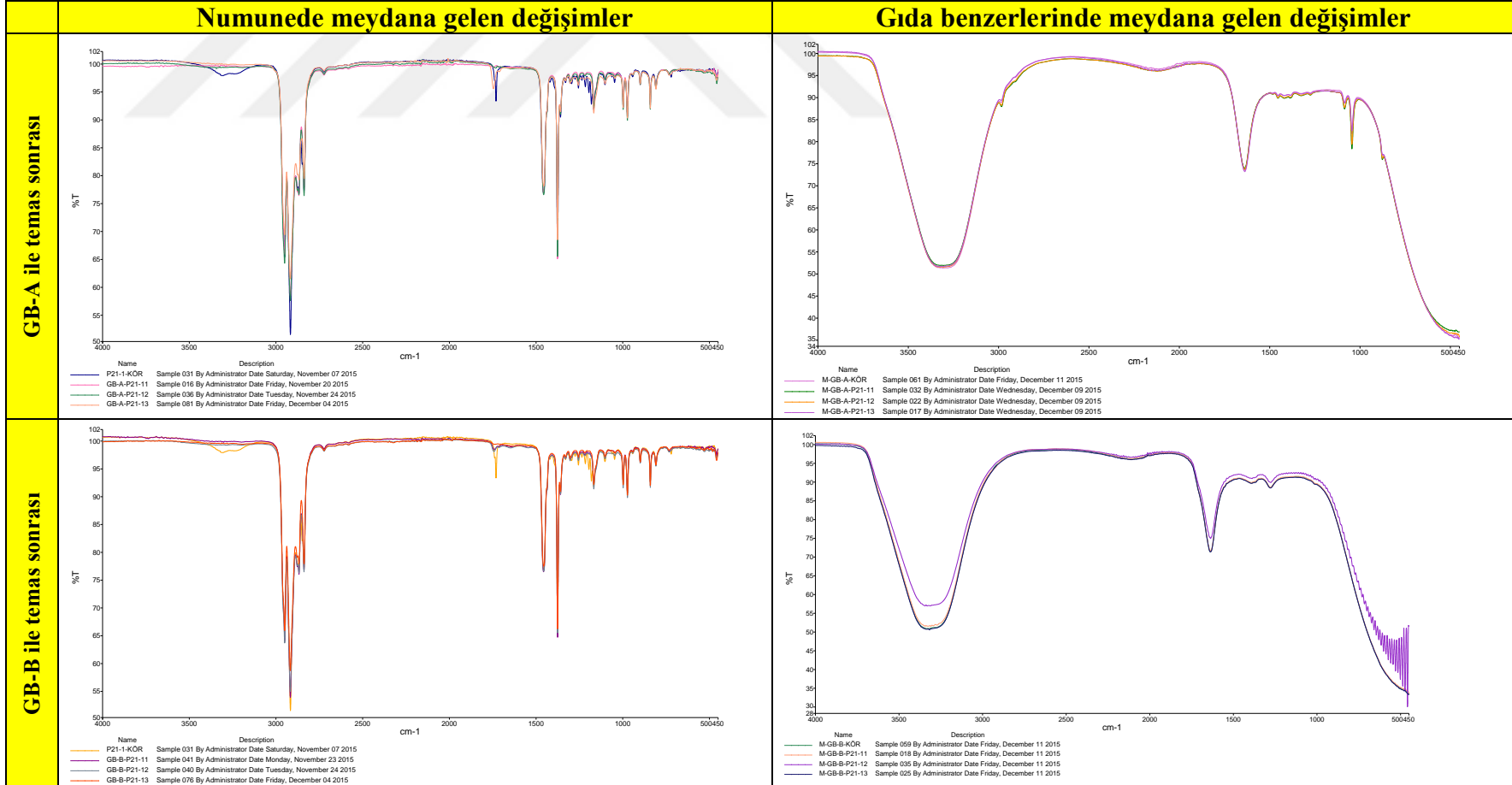
EK 26. P20-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



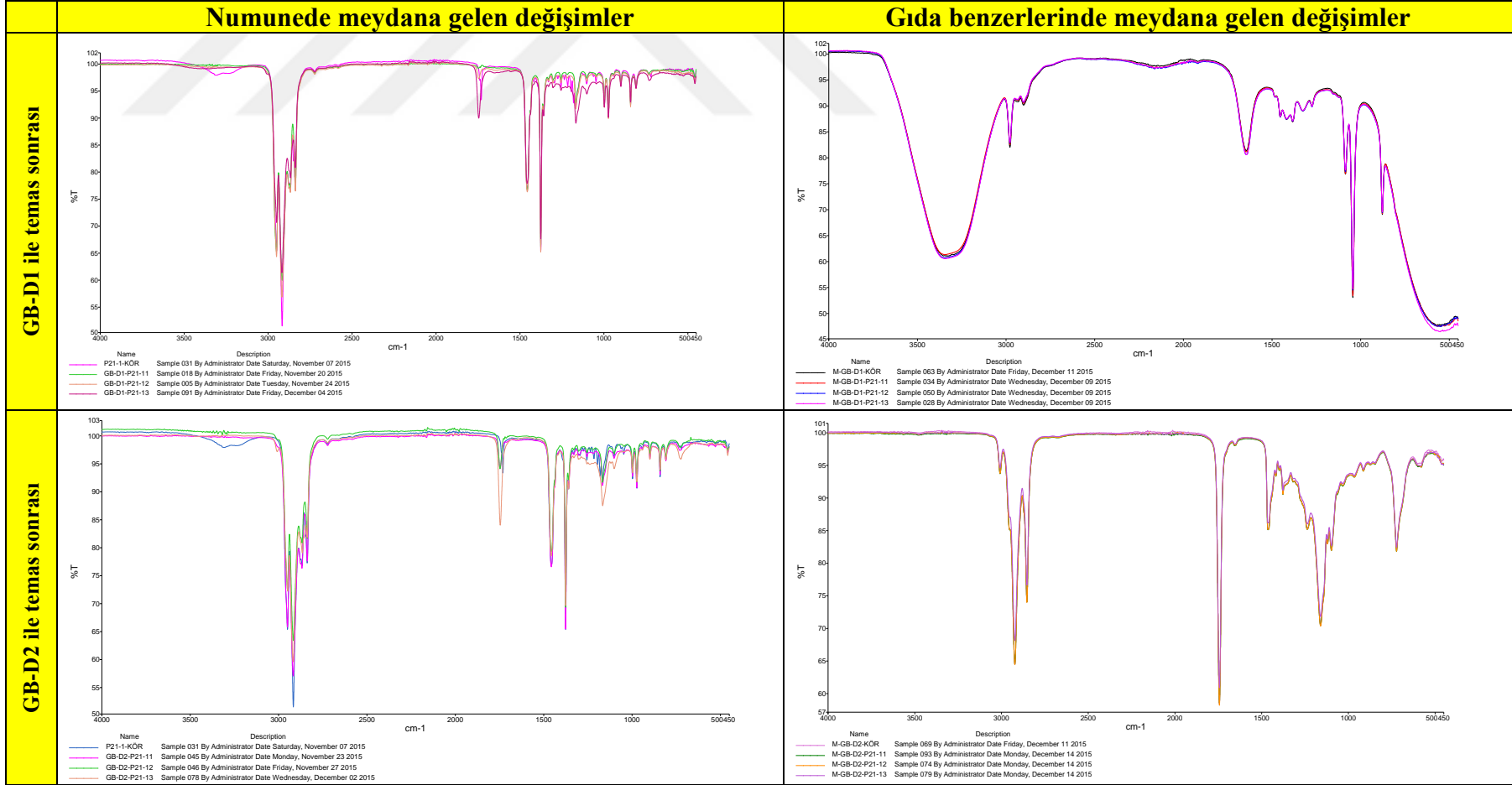
EK 26. P20-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



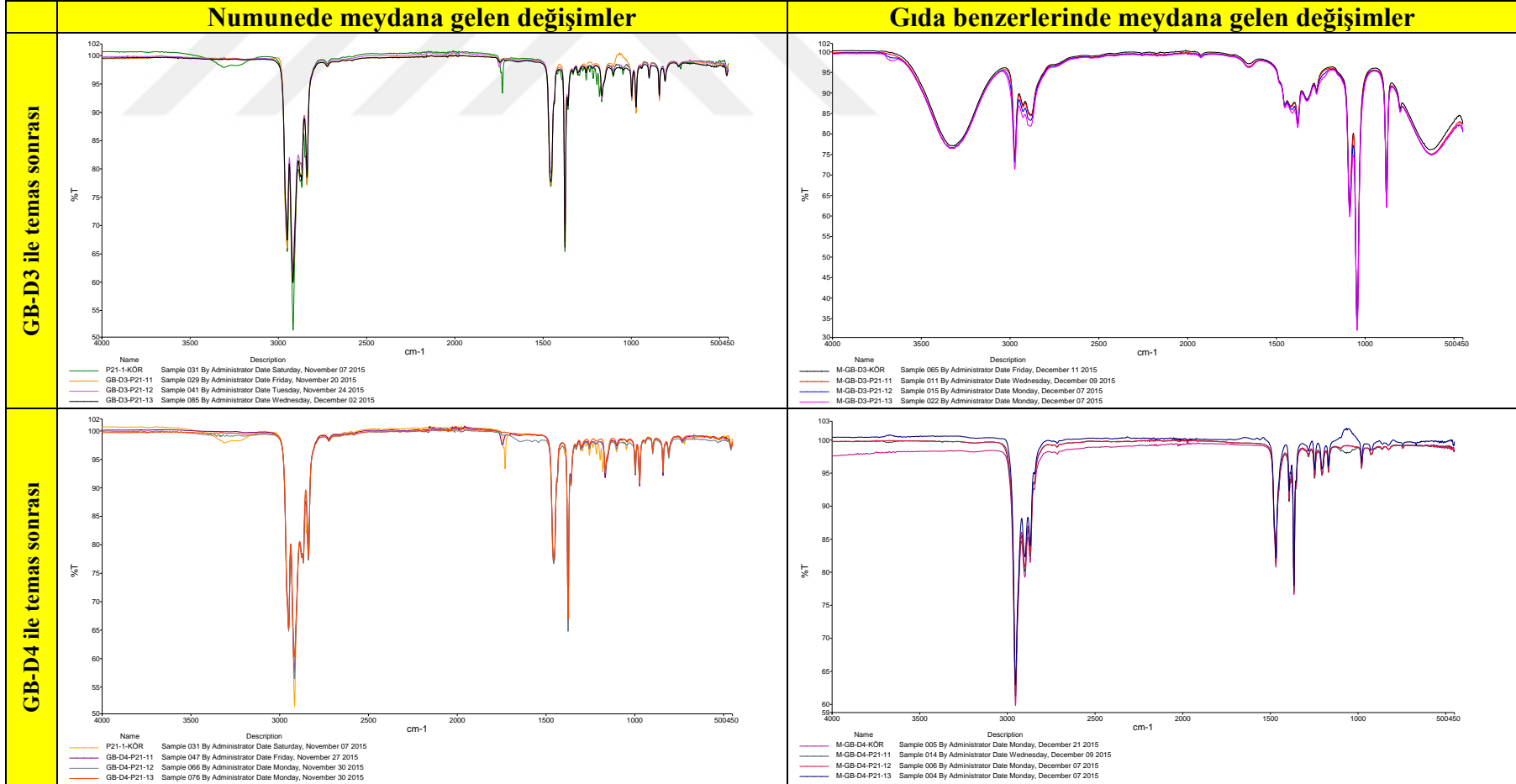
EK 27. P21-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



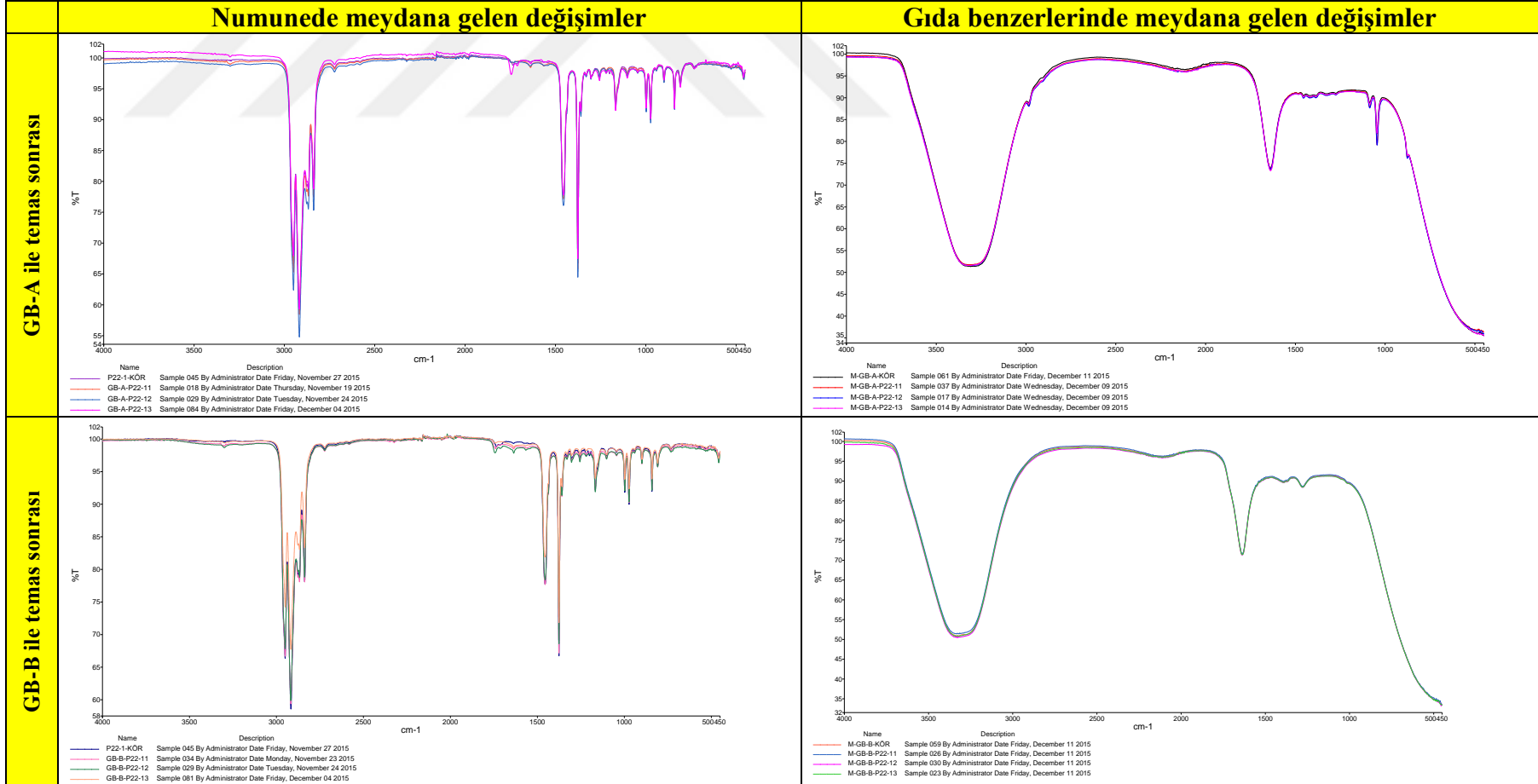
EK 27. P21-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



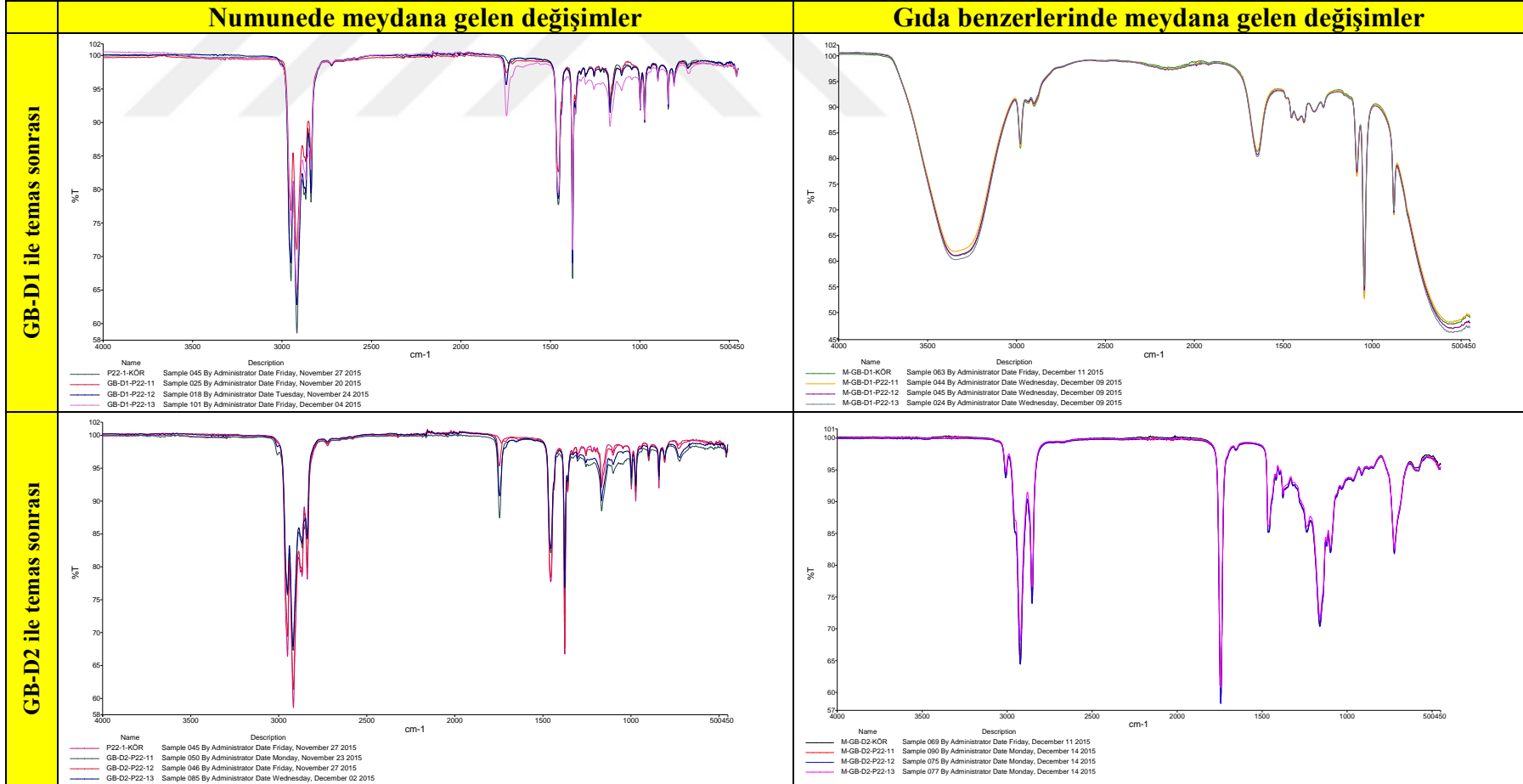
EK 27. P21-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



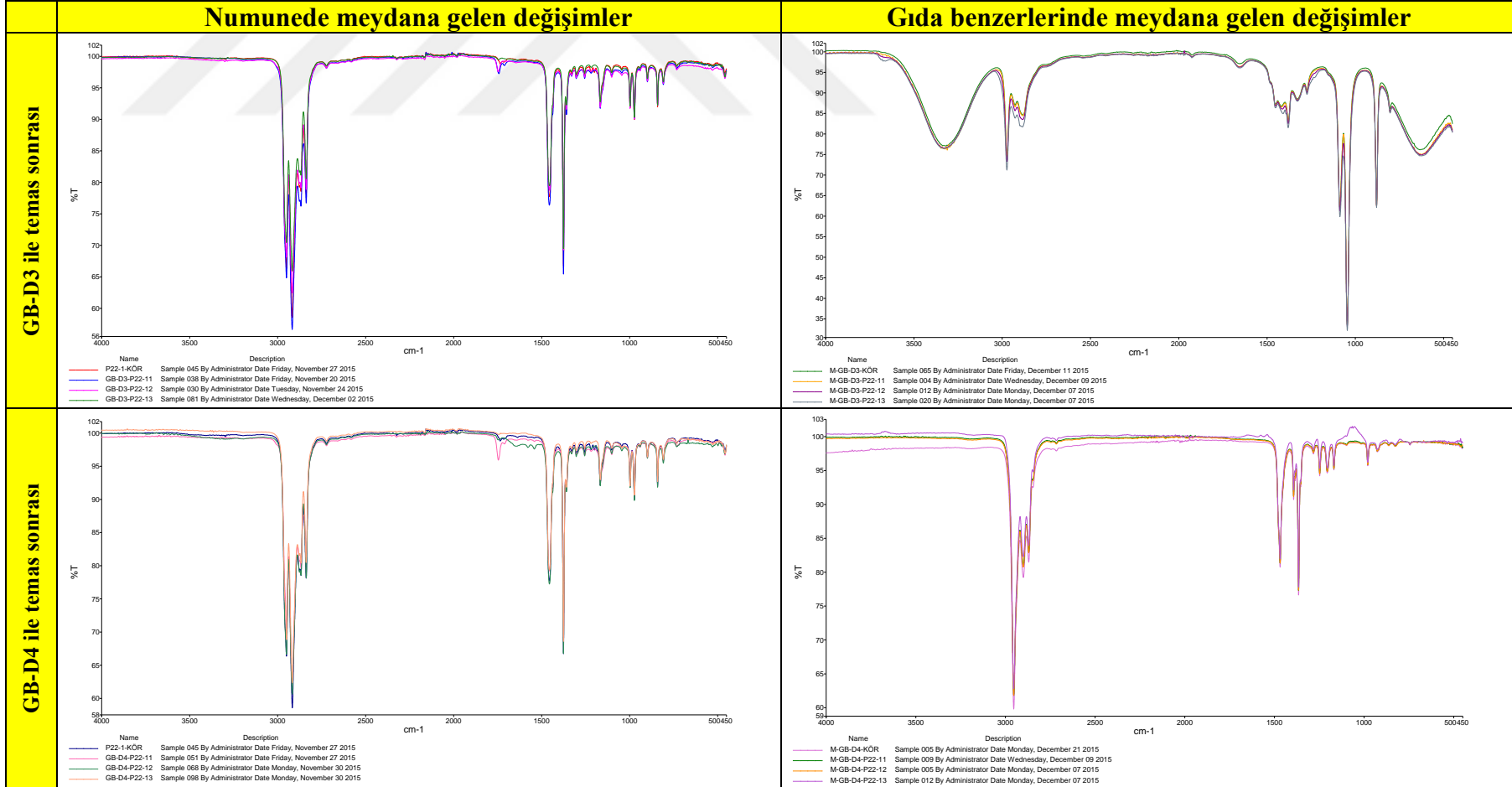
EK 28. P22-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



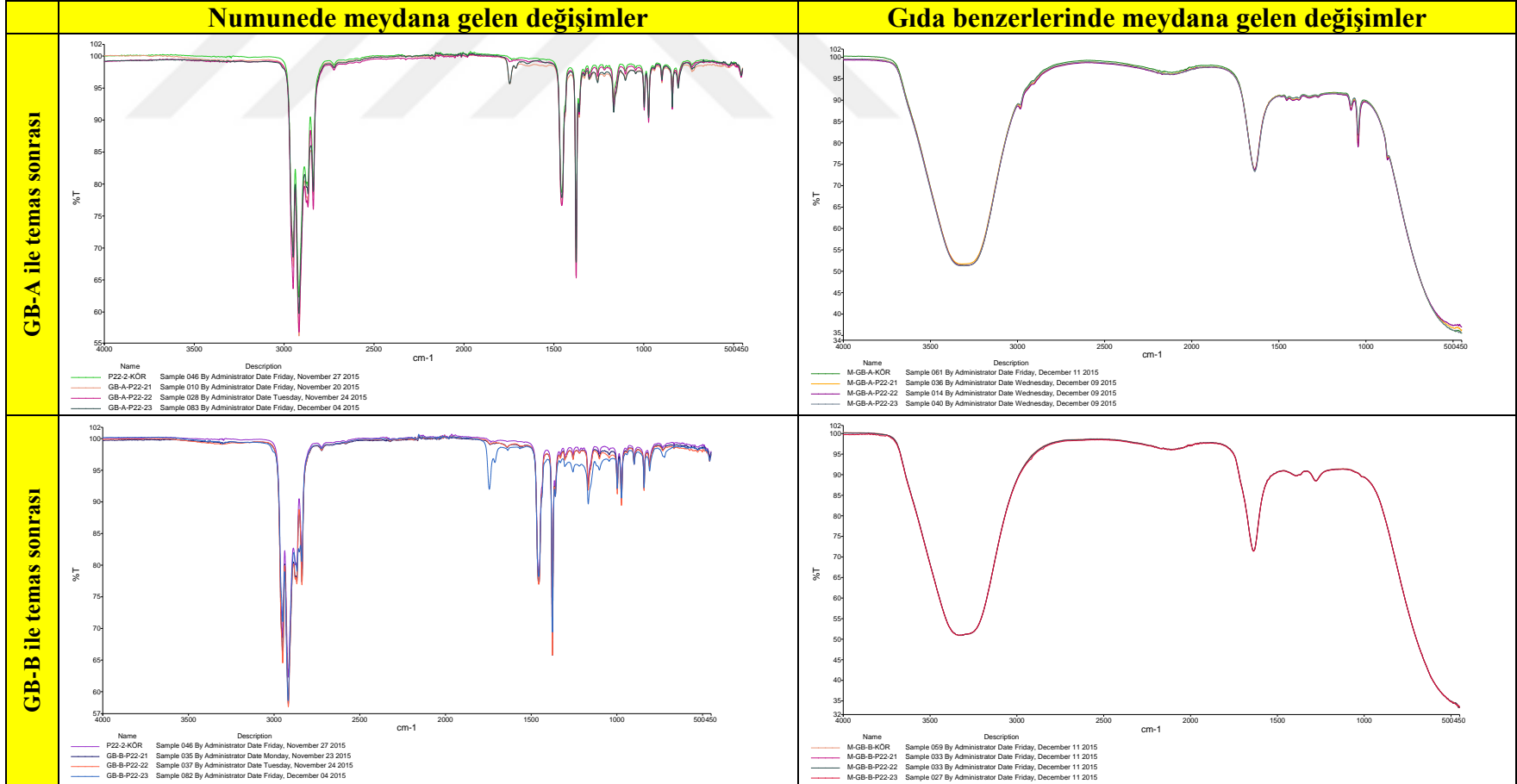
EK 28. P22-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



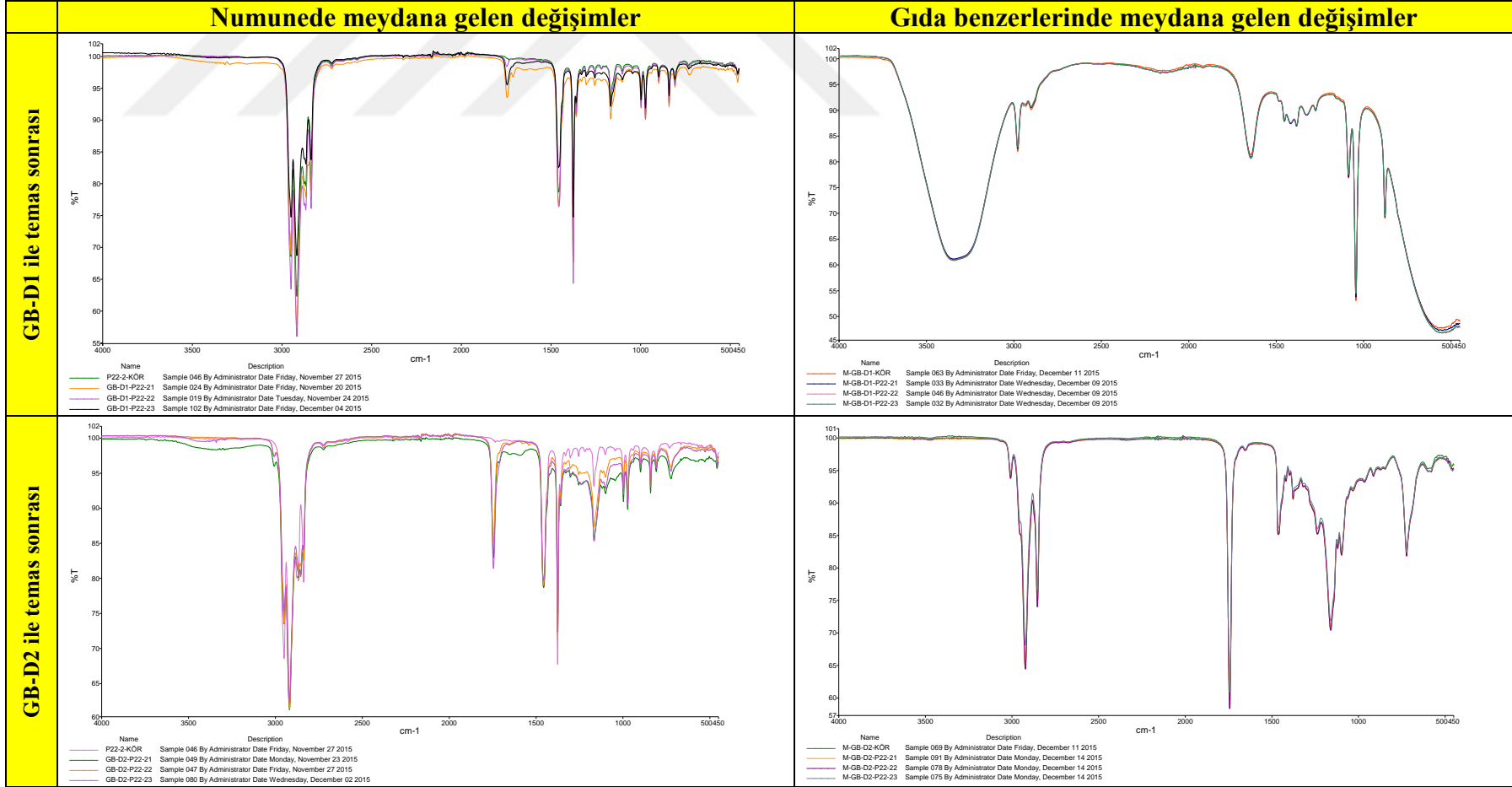
EK 28. P22-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



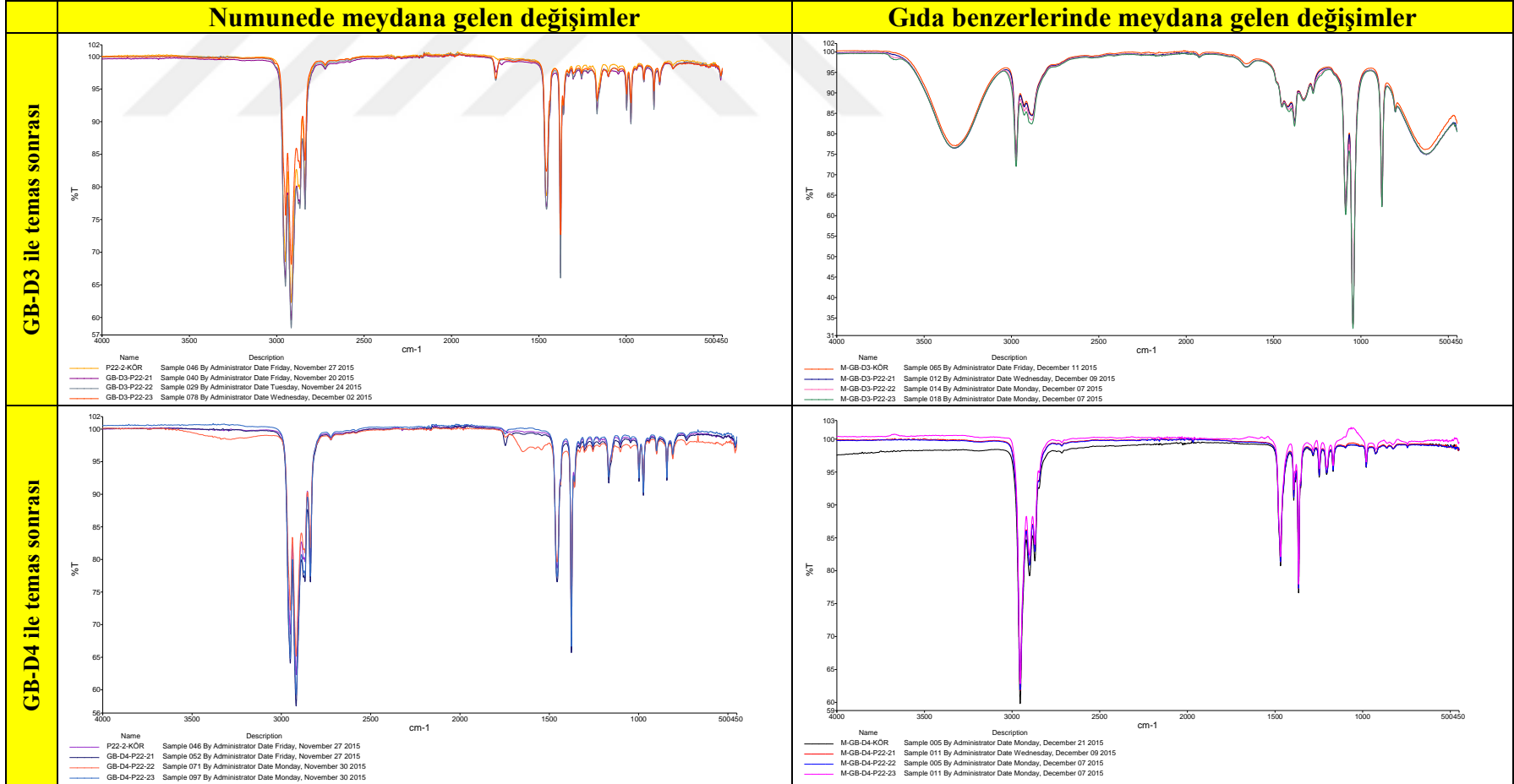
EK 29. P22-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



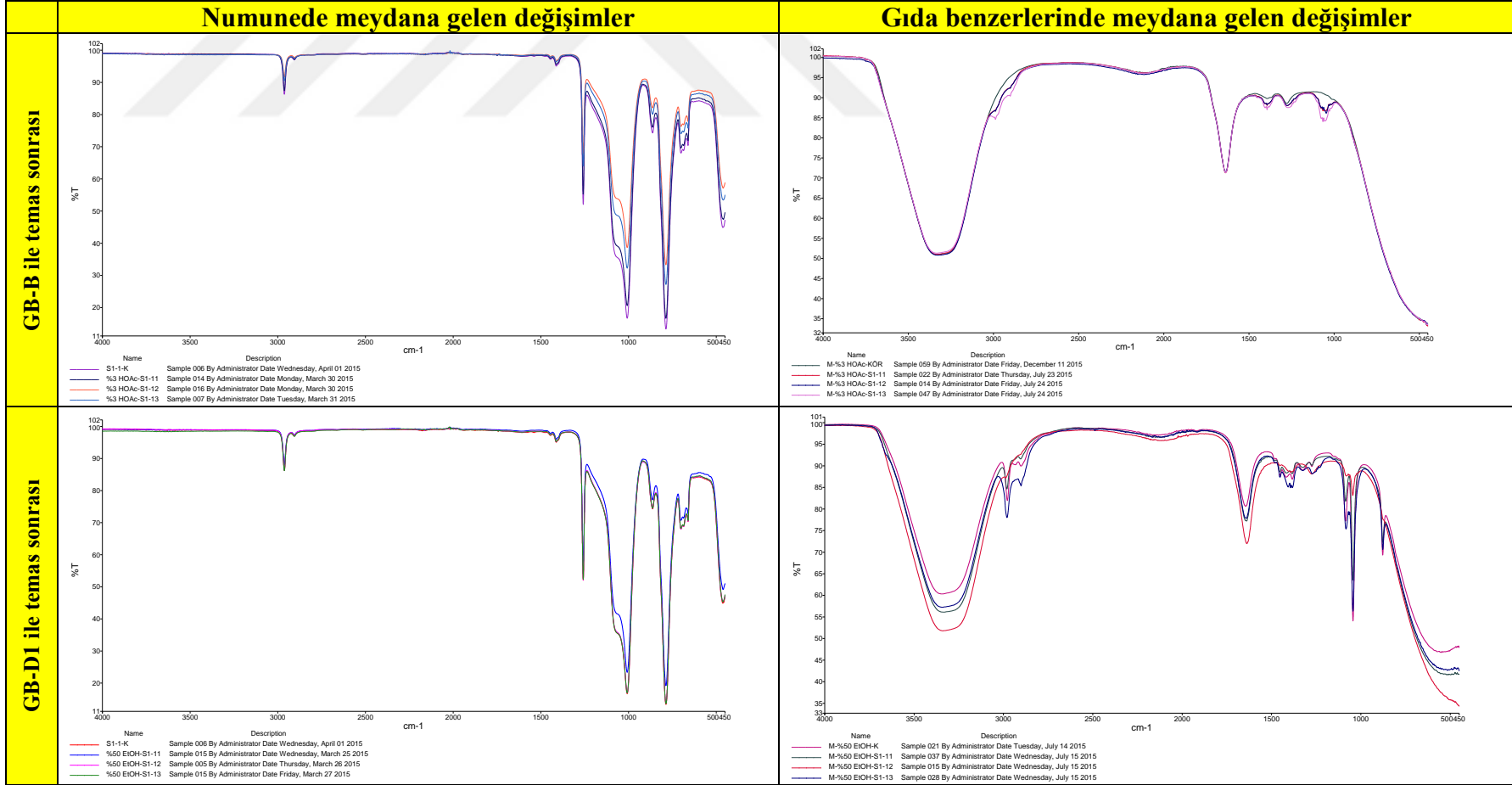
EK 29. P22-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



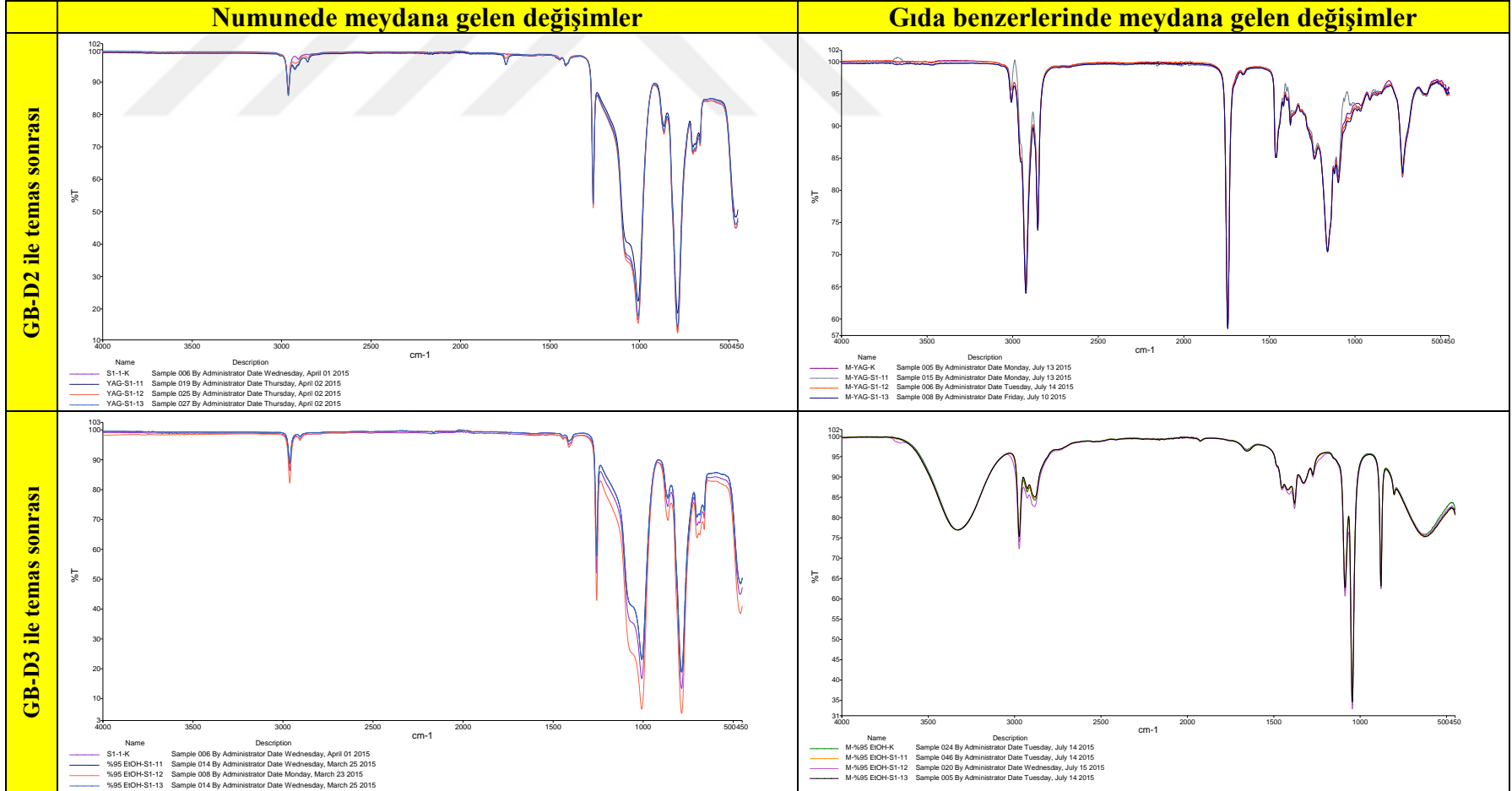
EK 29. P22-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



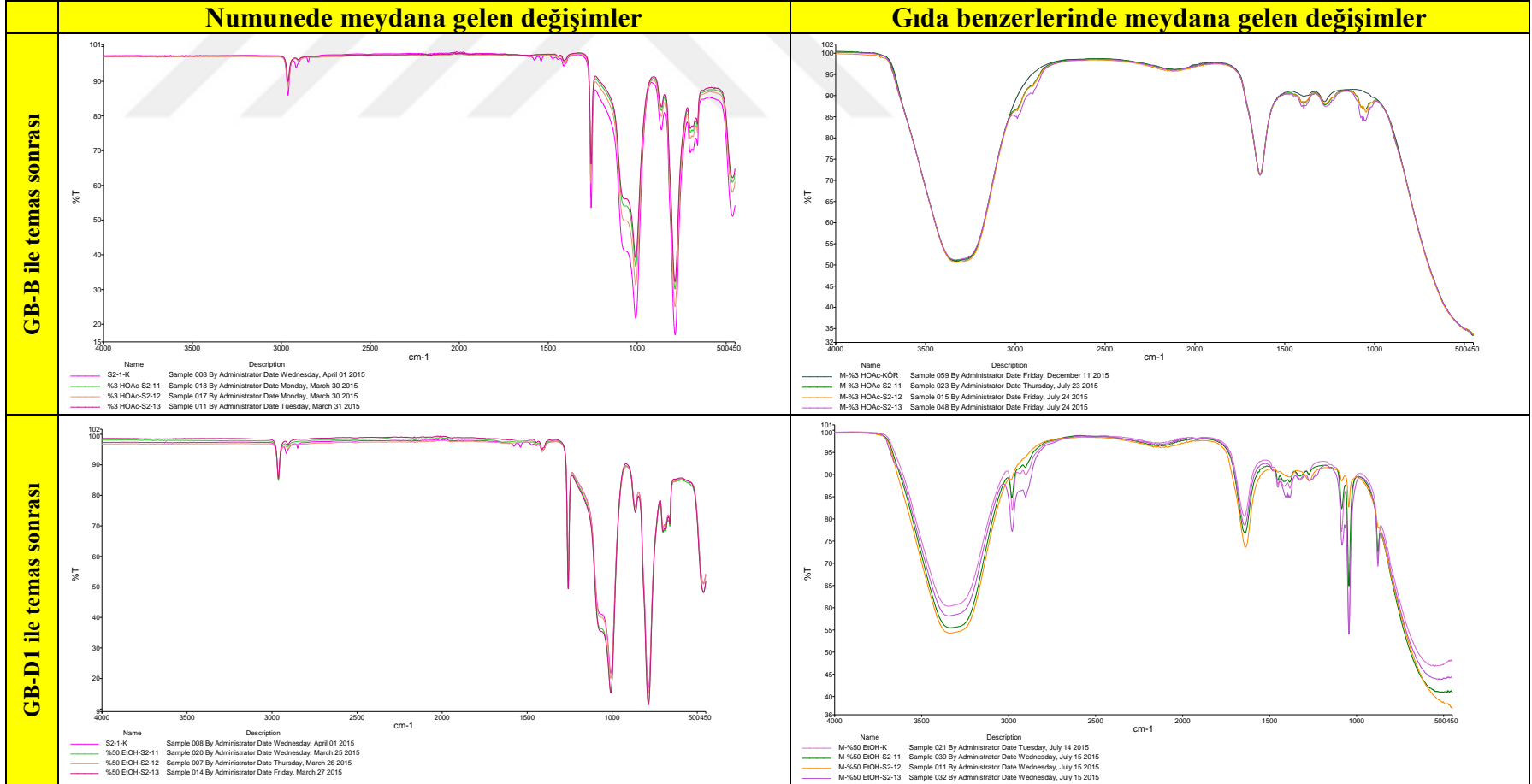
EK 30. S1-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



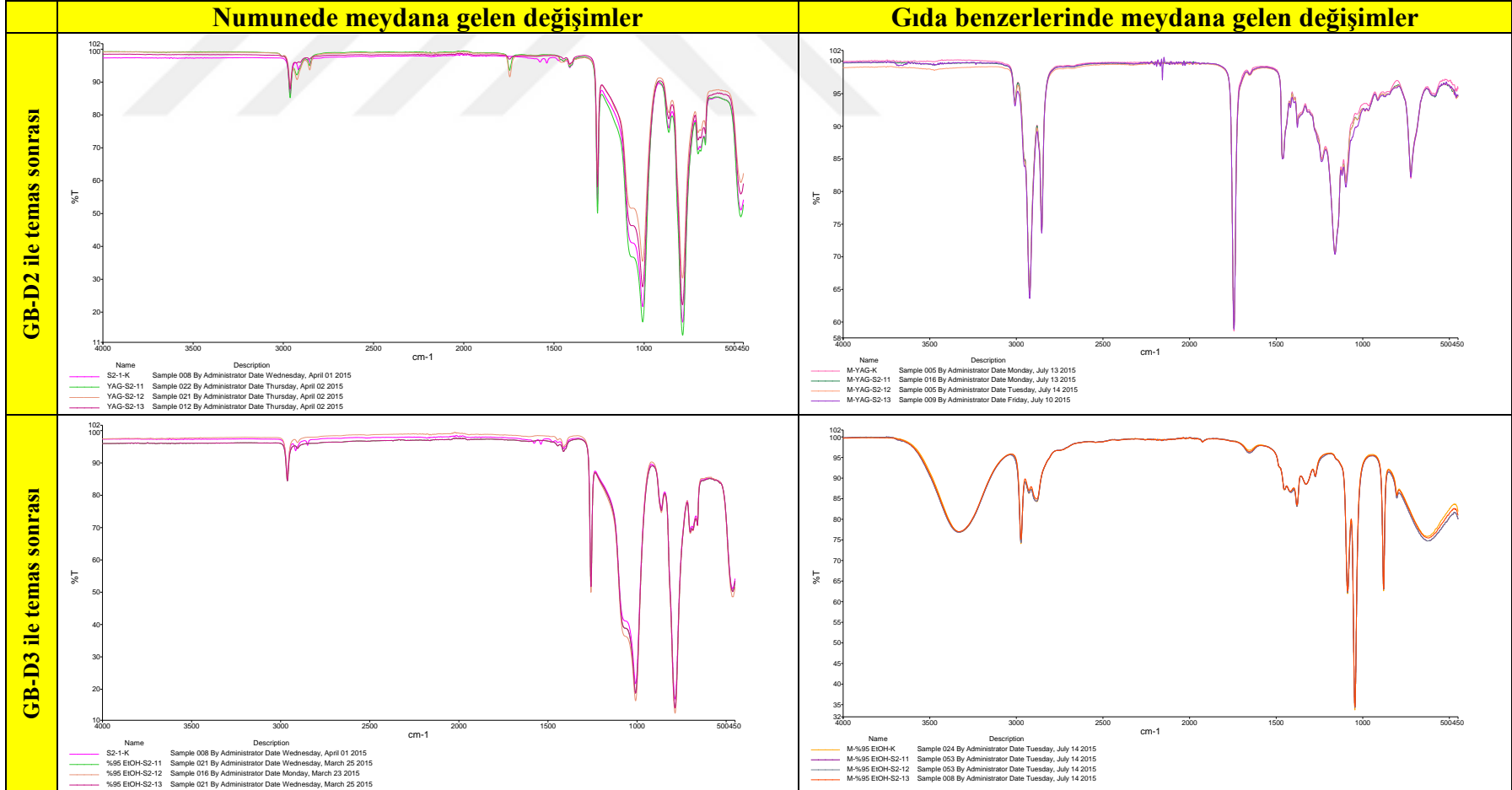
EK 30. S1-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



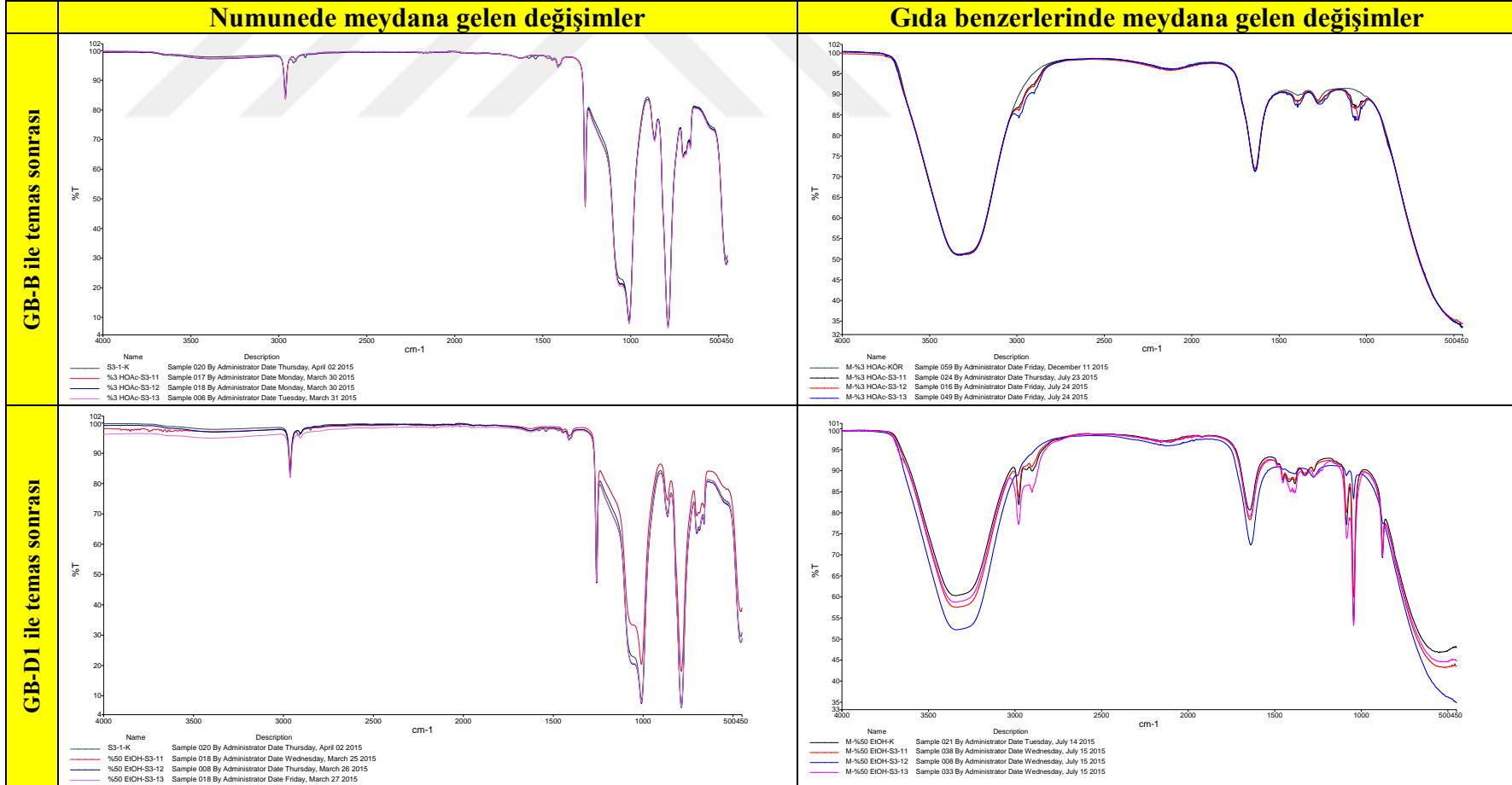
EK 31. S2-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



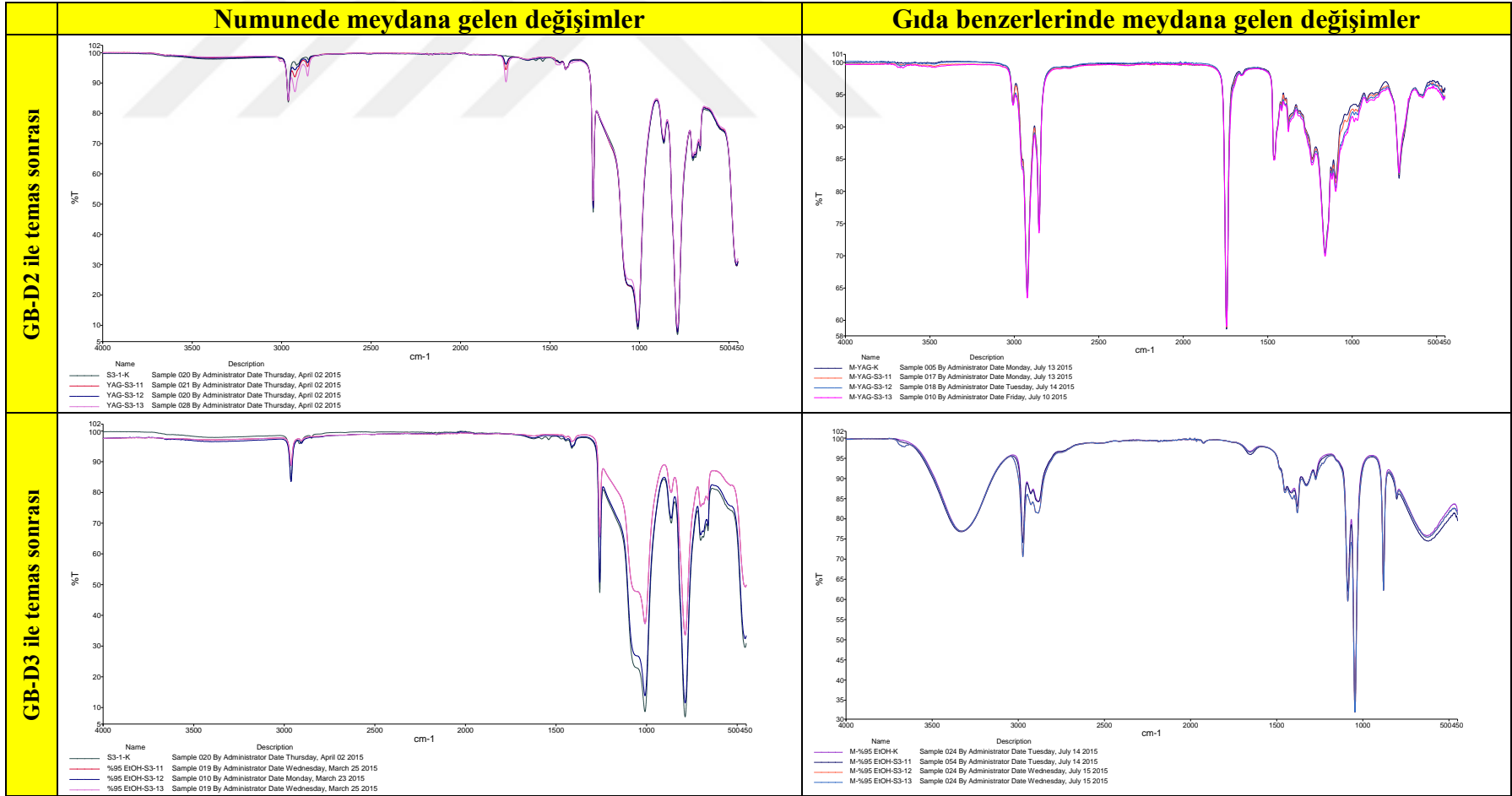
EK 31. S2-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



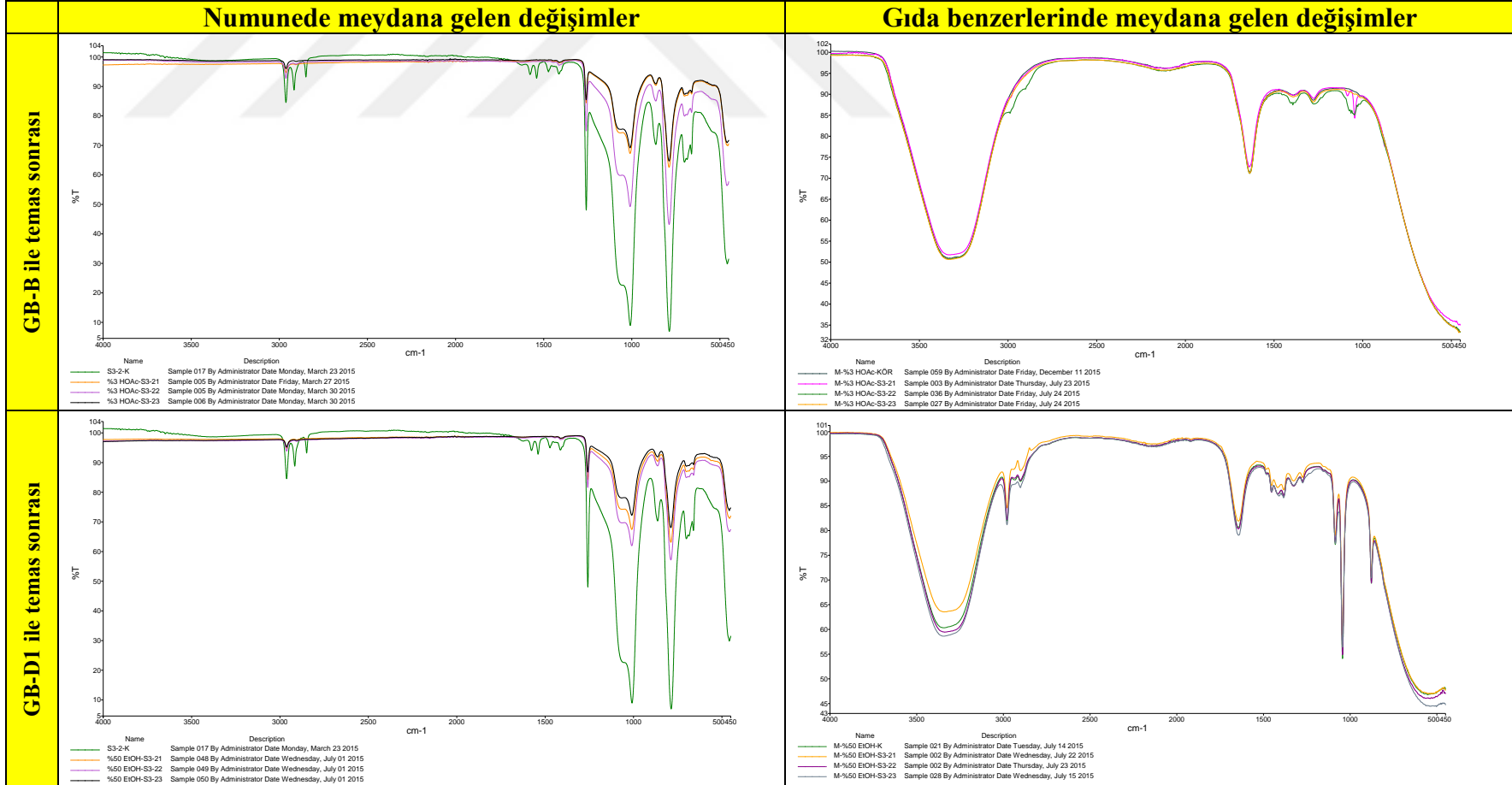
EK 32. S3-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



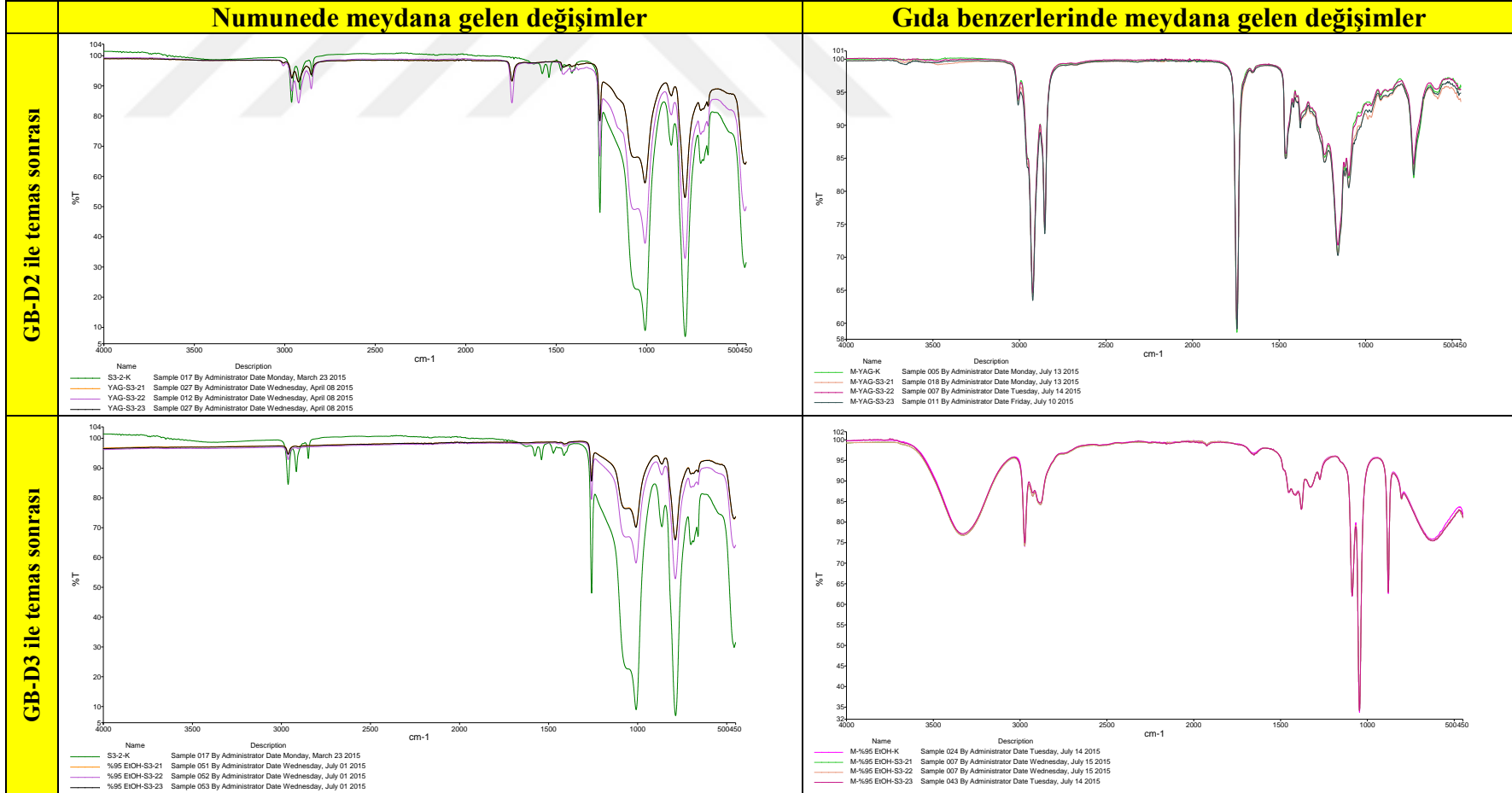
EK 32. S3-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



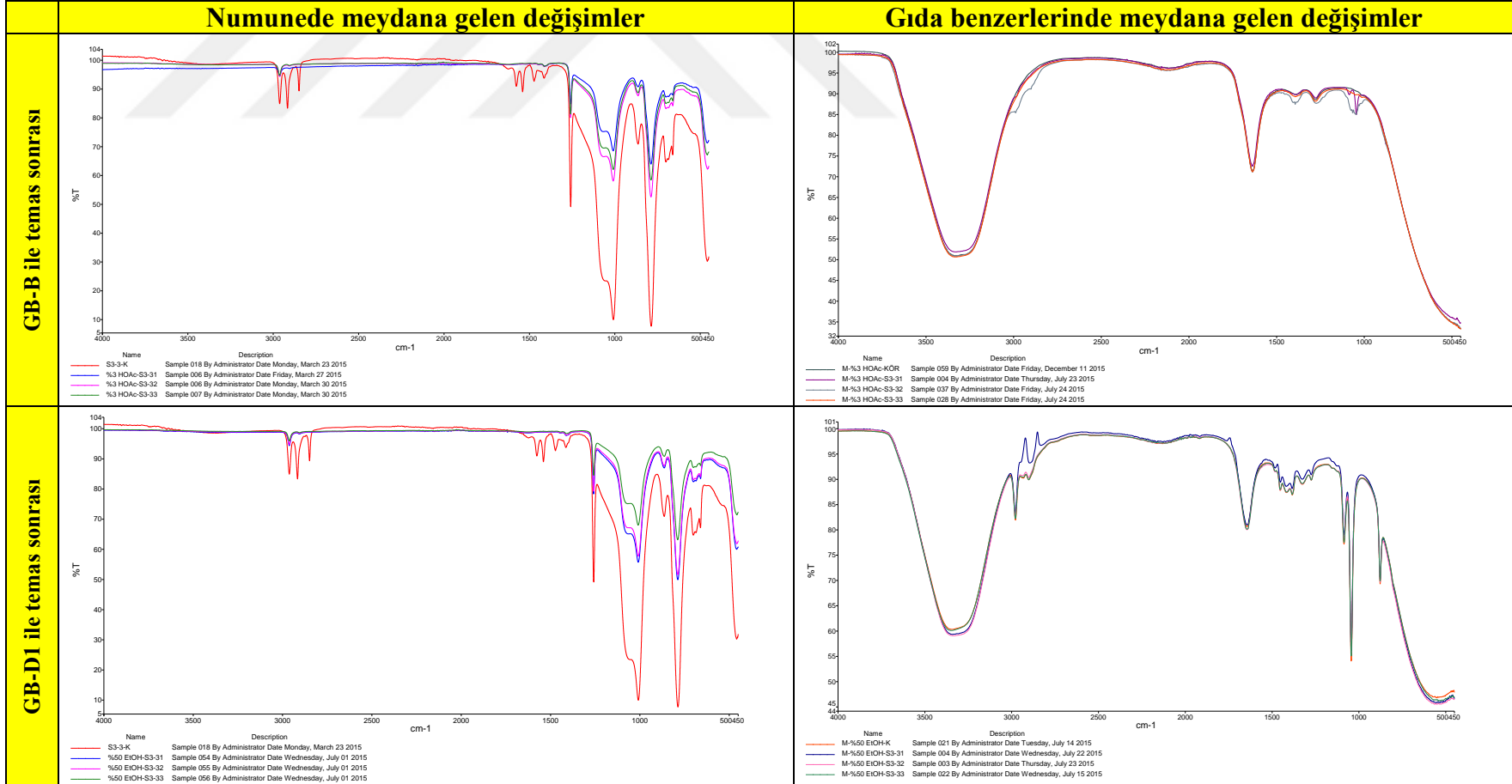
EK 33. S3-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



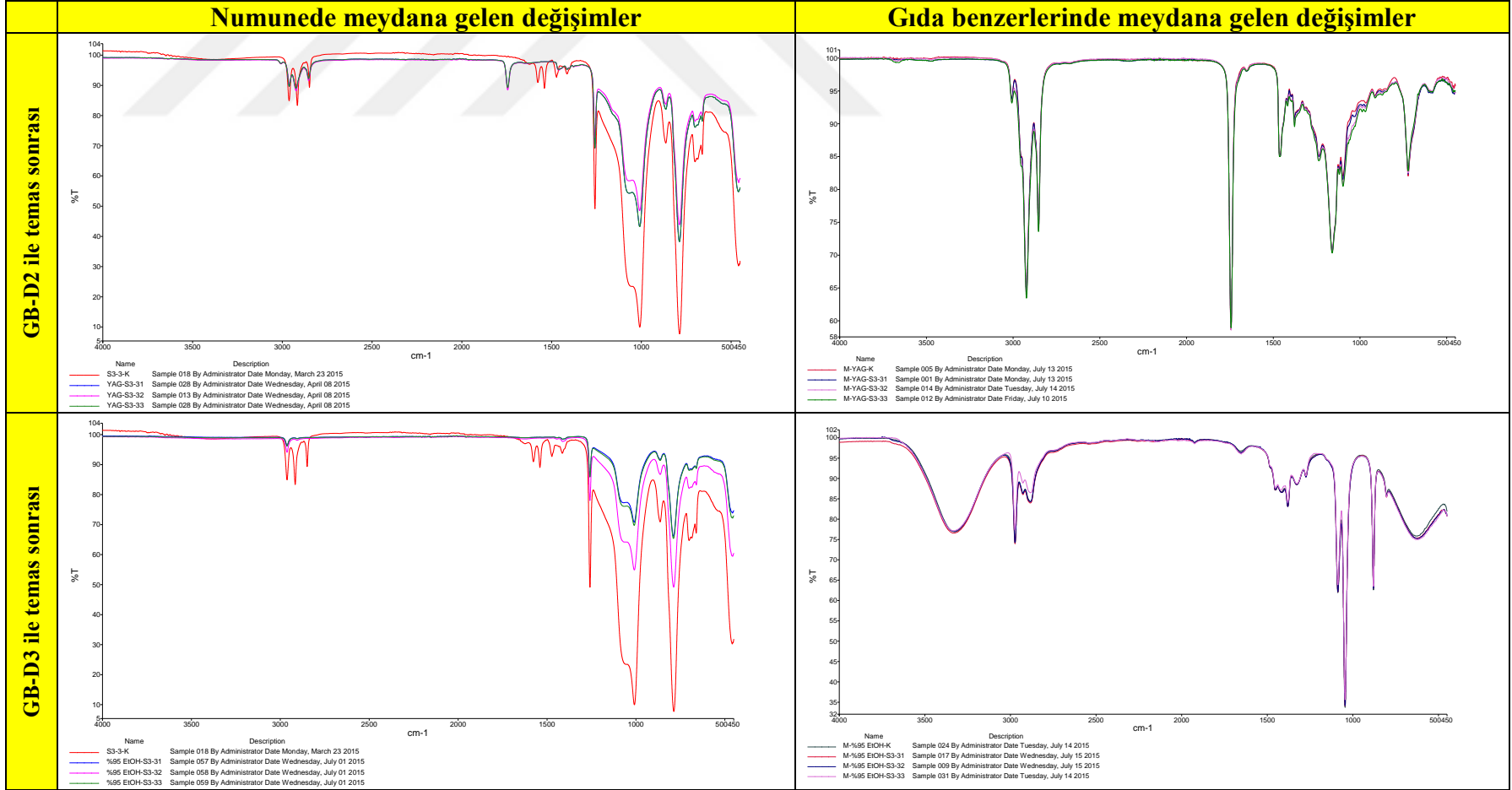
EK 33. S3-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



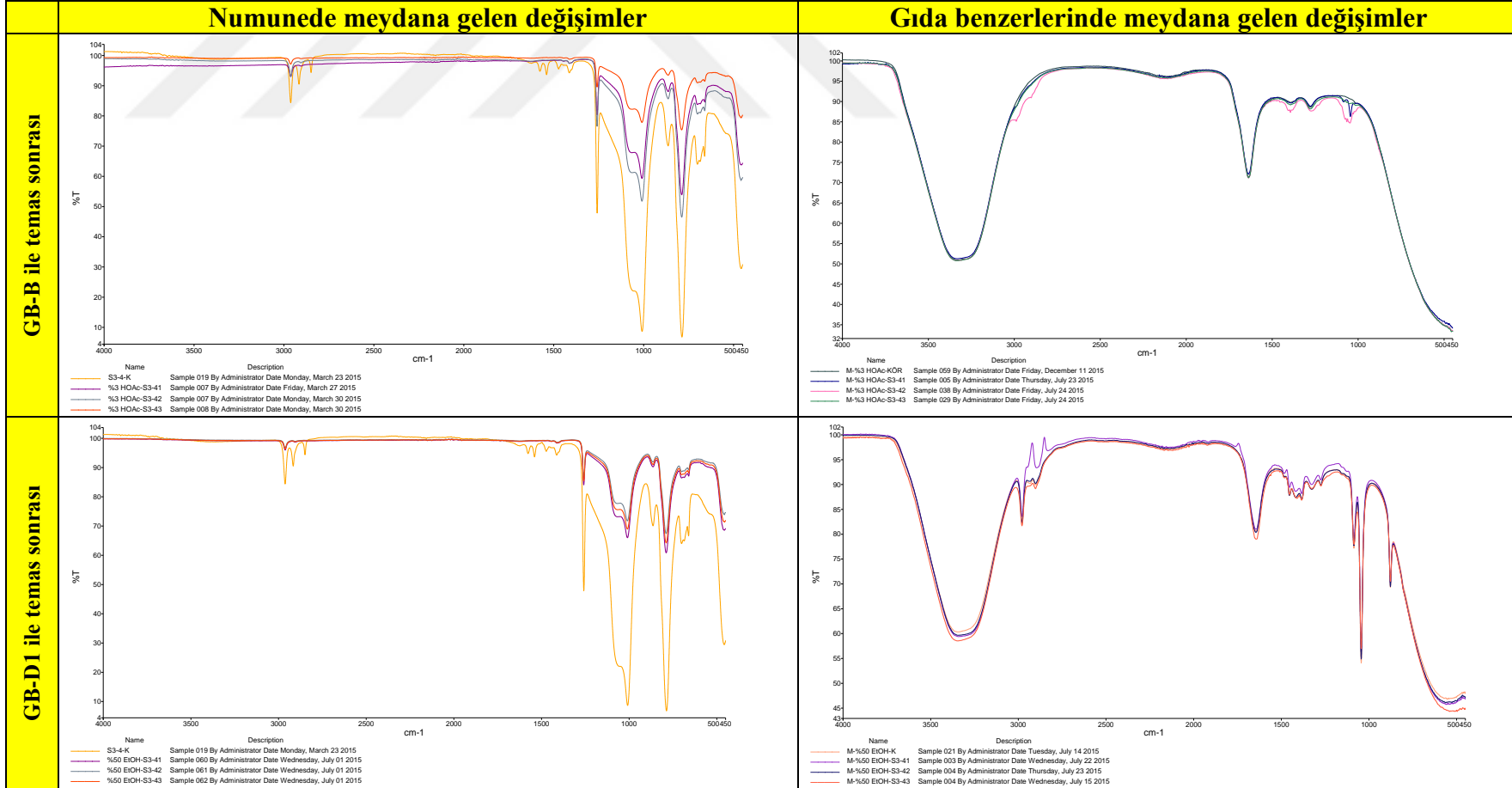
EK 34. S3-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



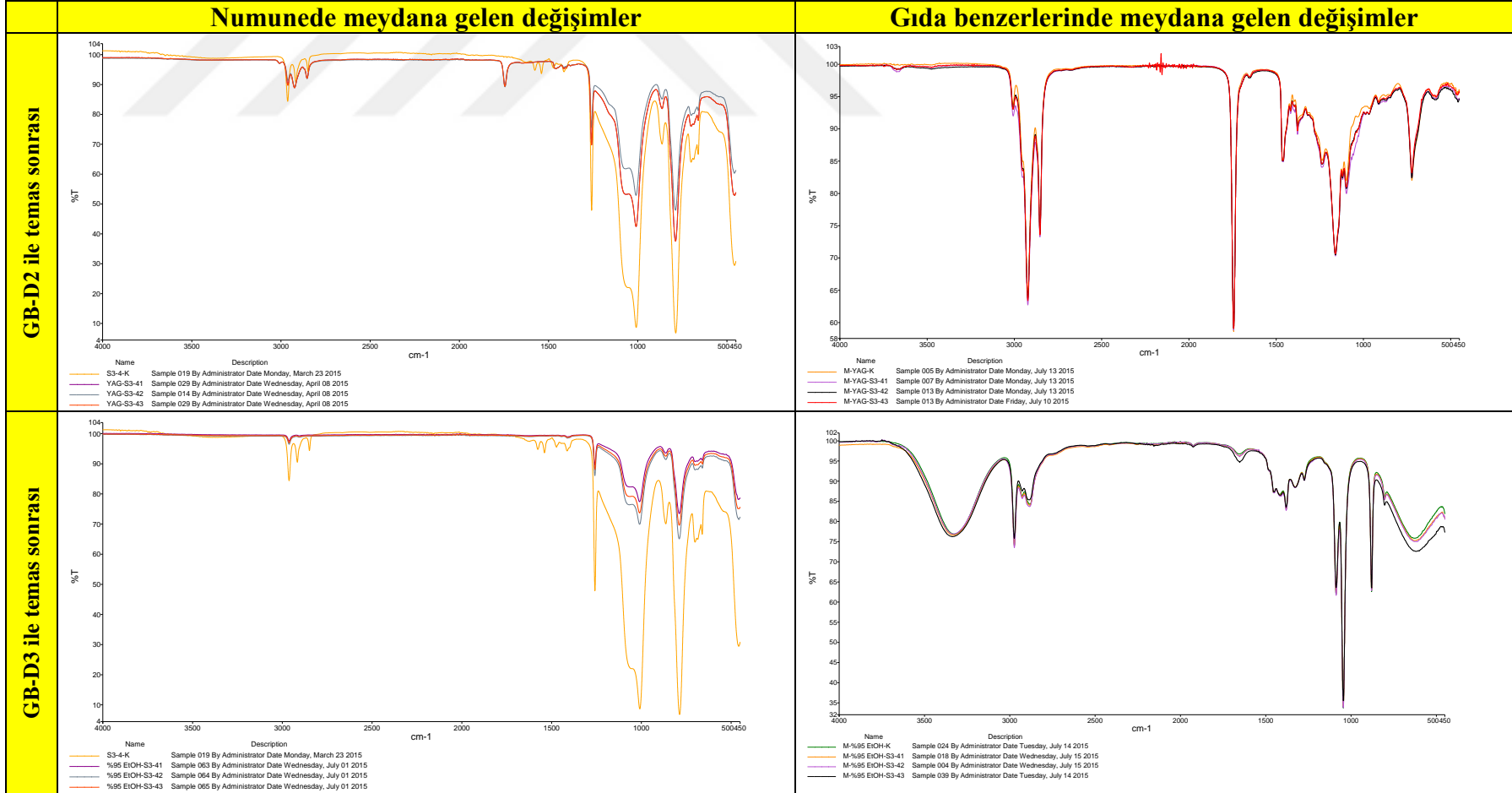
EK 34. S3-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



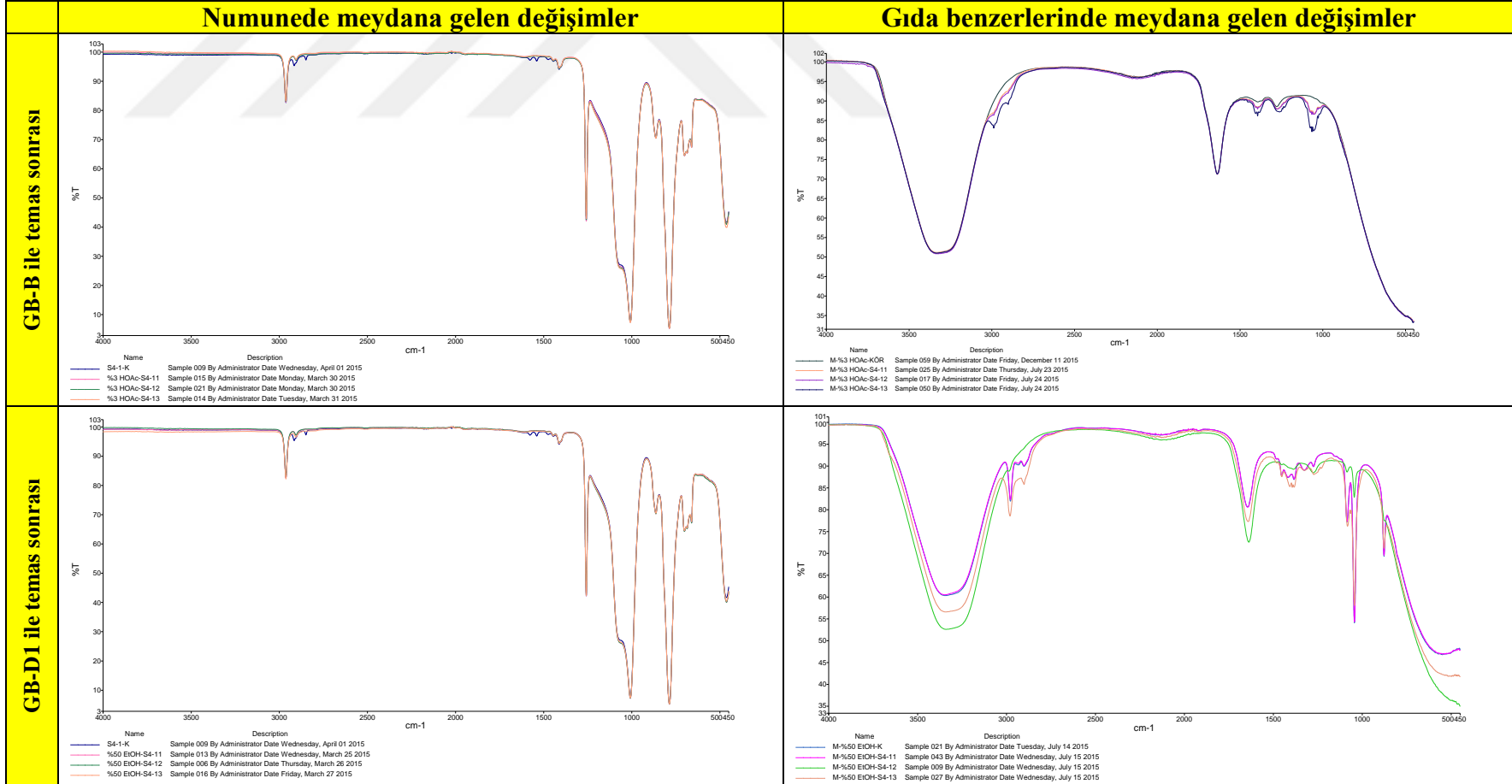
EK 35. S3-4 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



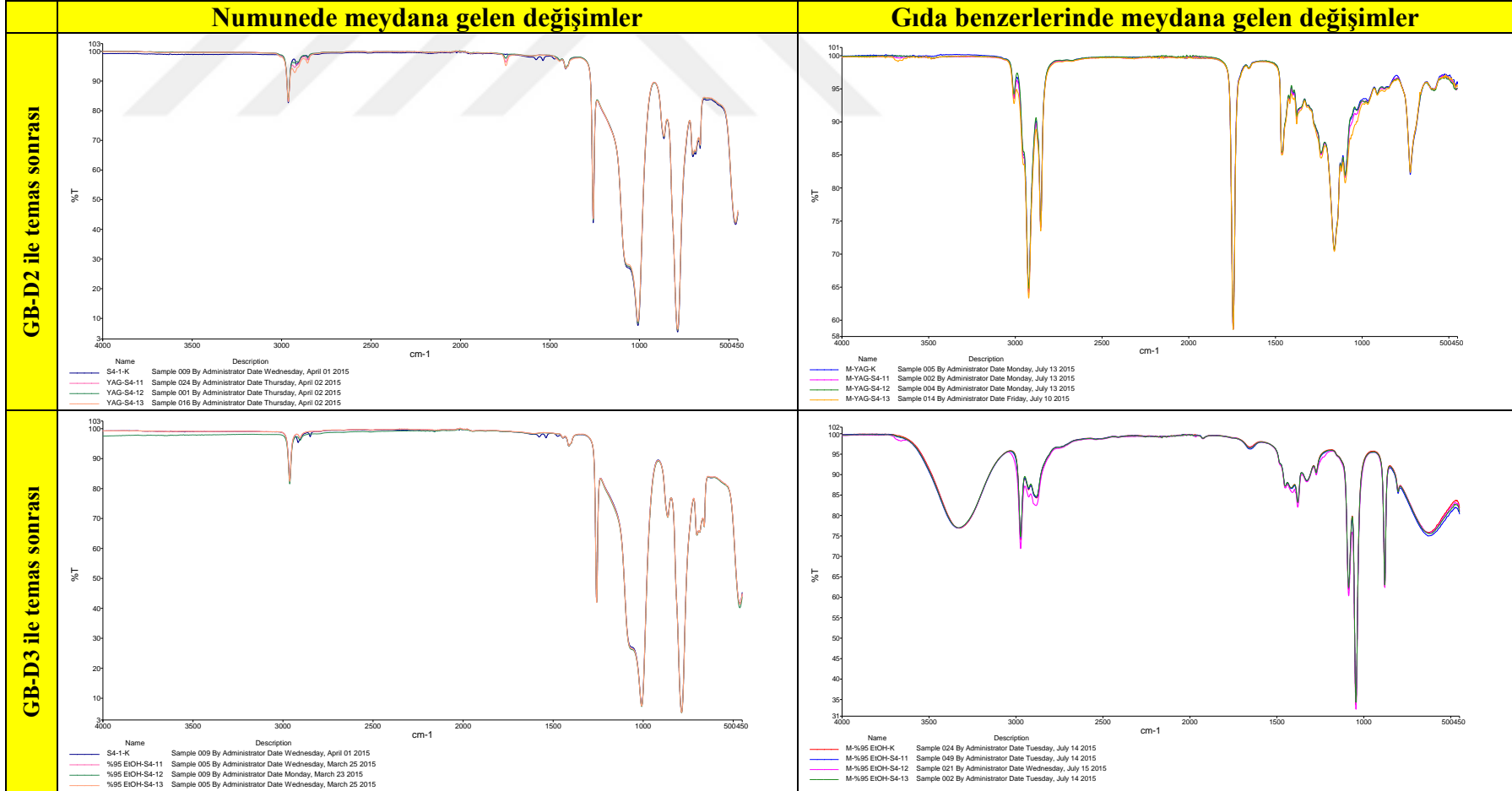
EK 35. S3-4 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



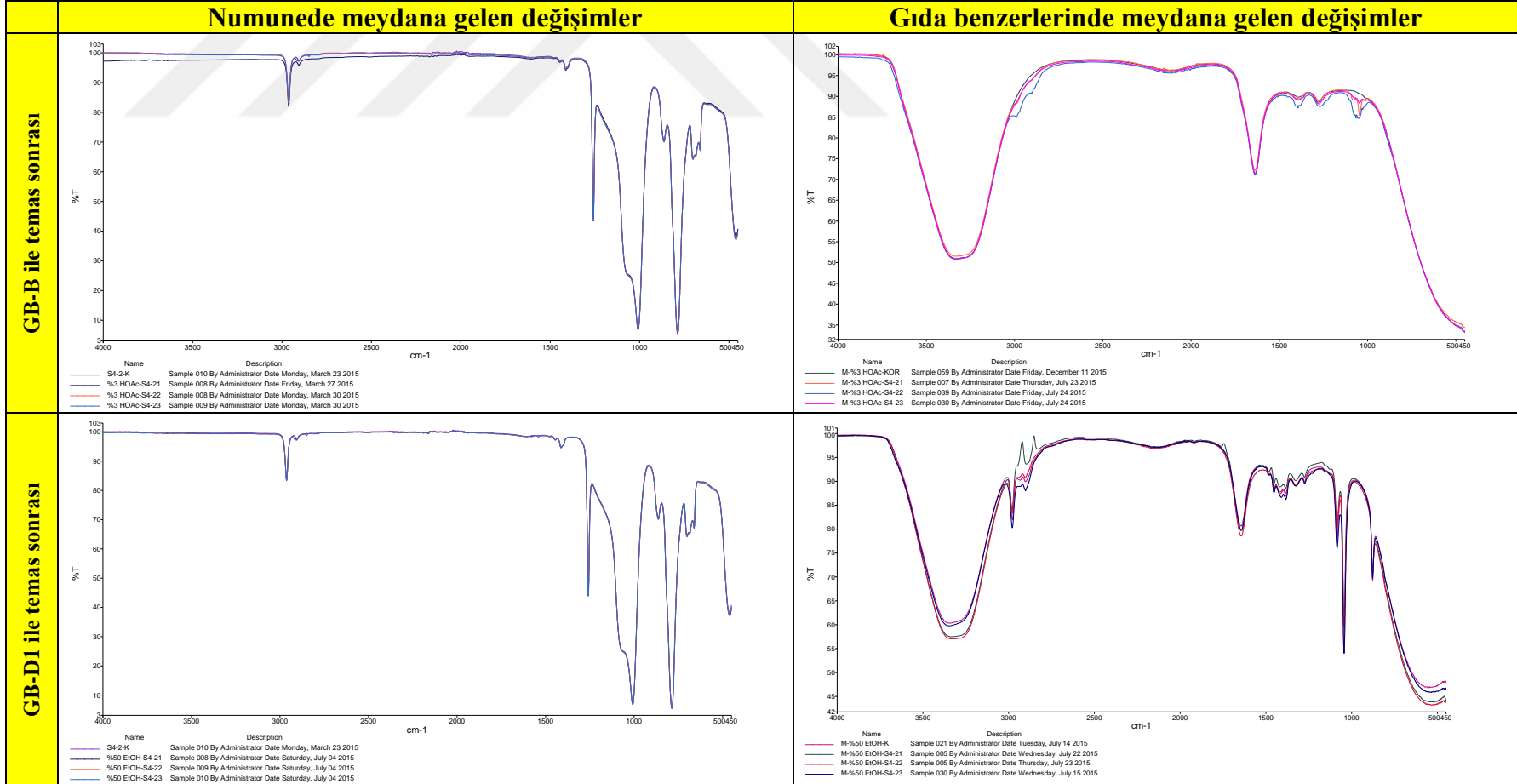
EK 36. S4-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



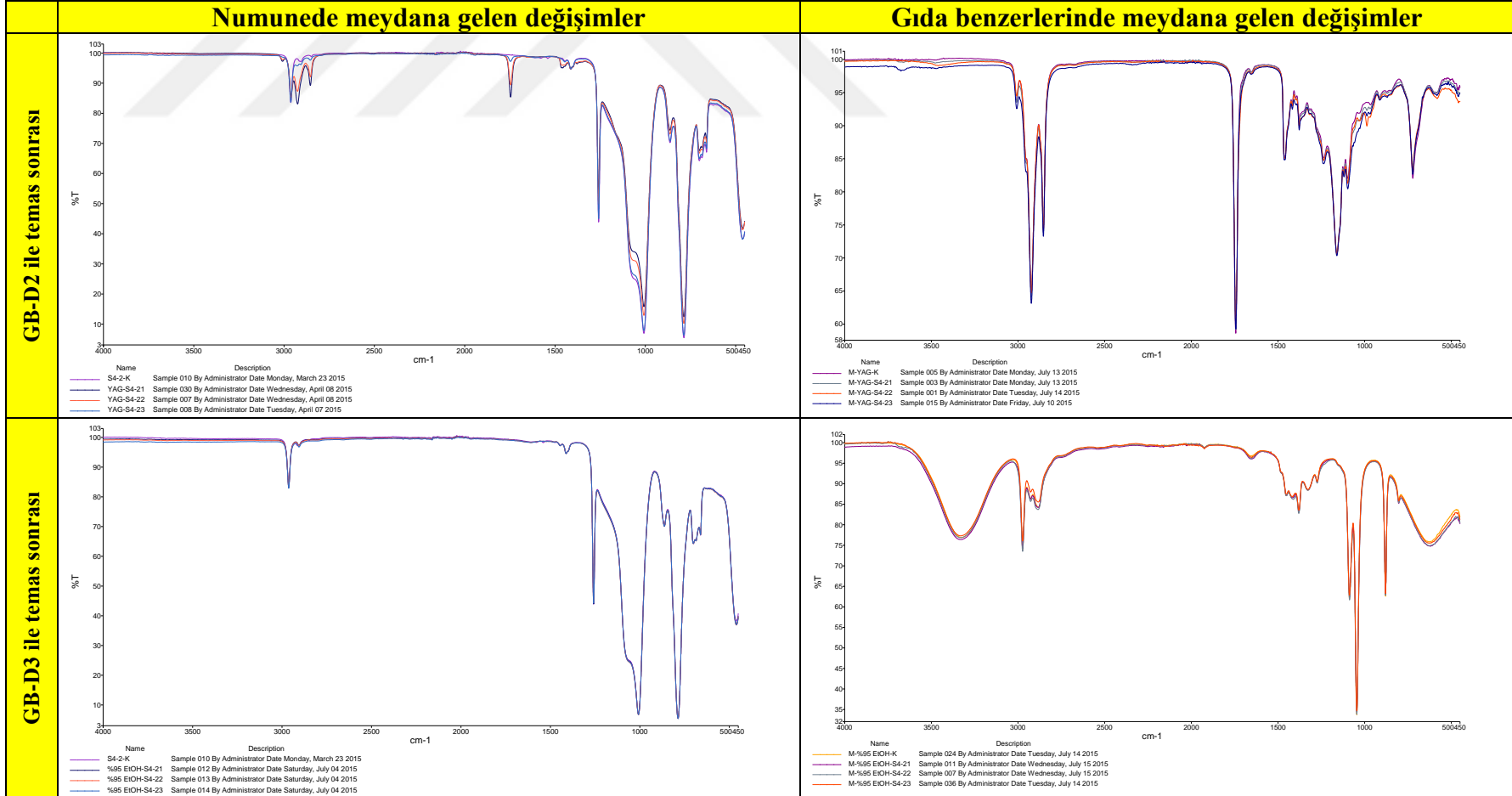
EK 36. S4-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



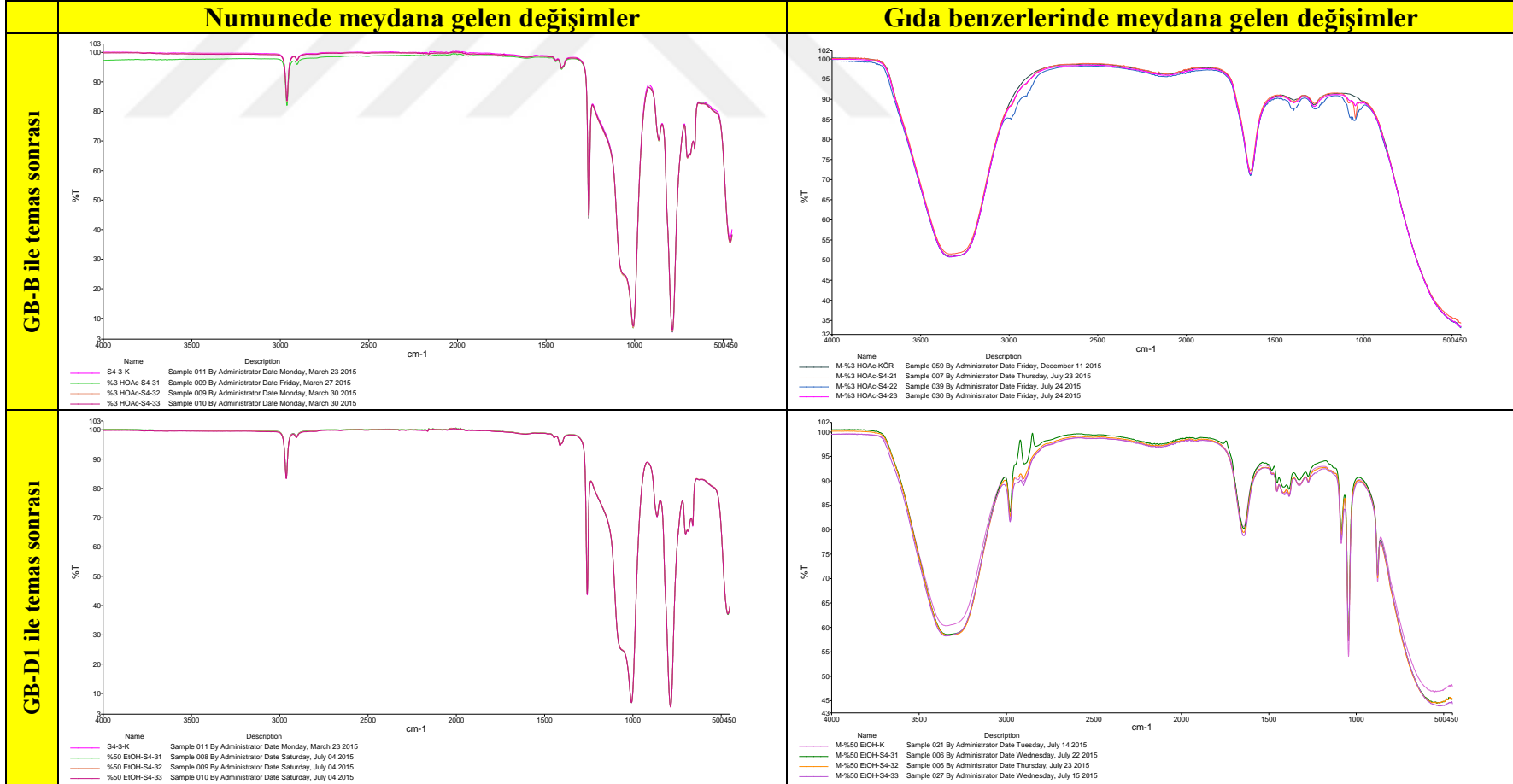
EK 37. S4-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



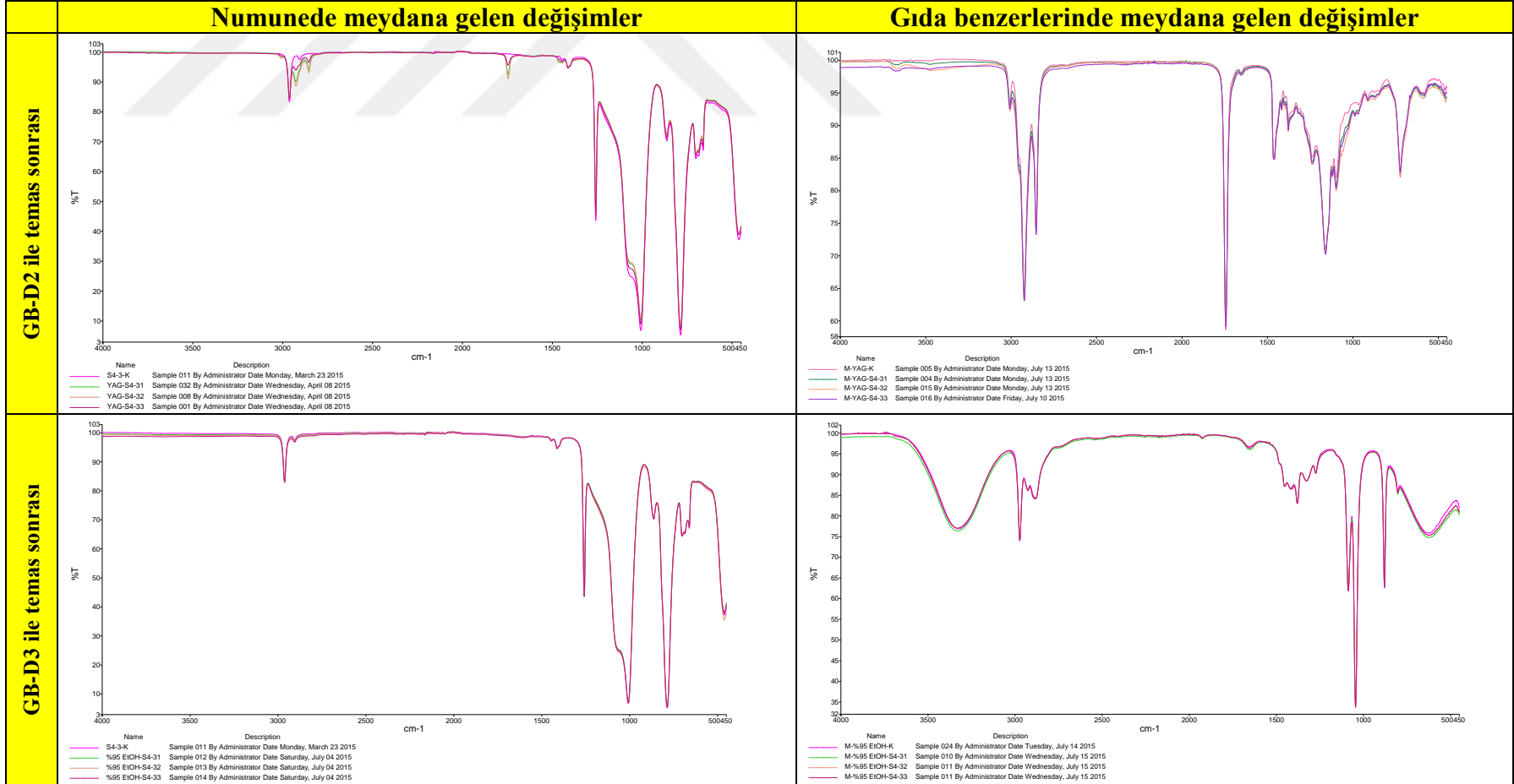
EK 37. S4-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



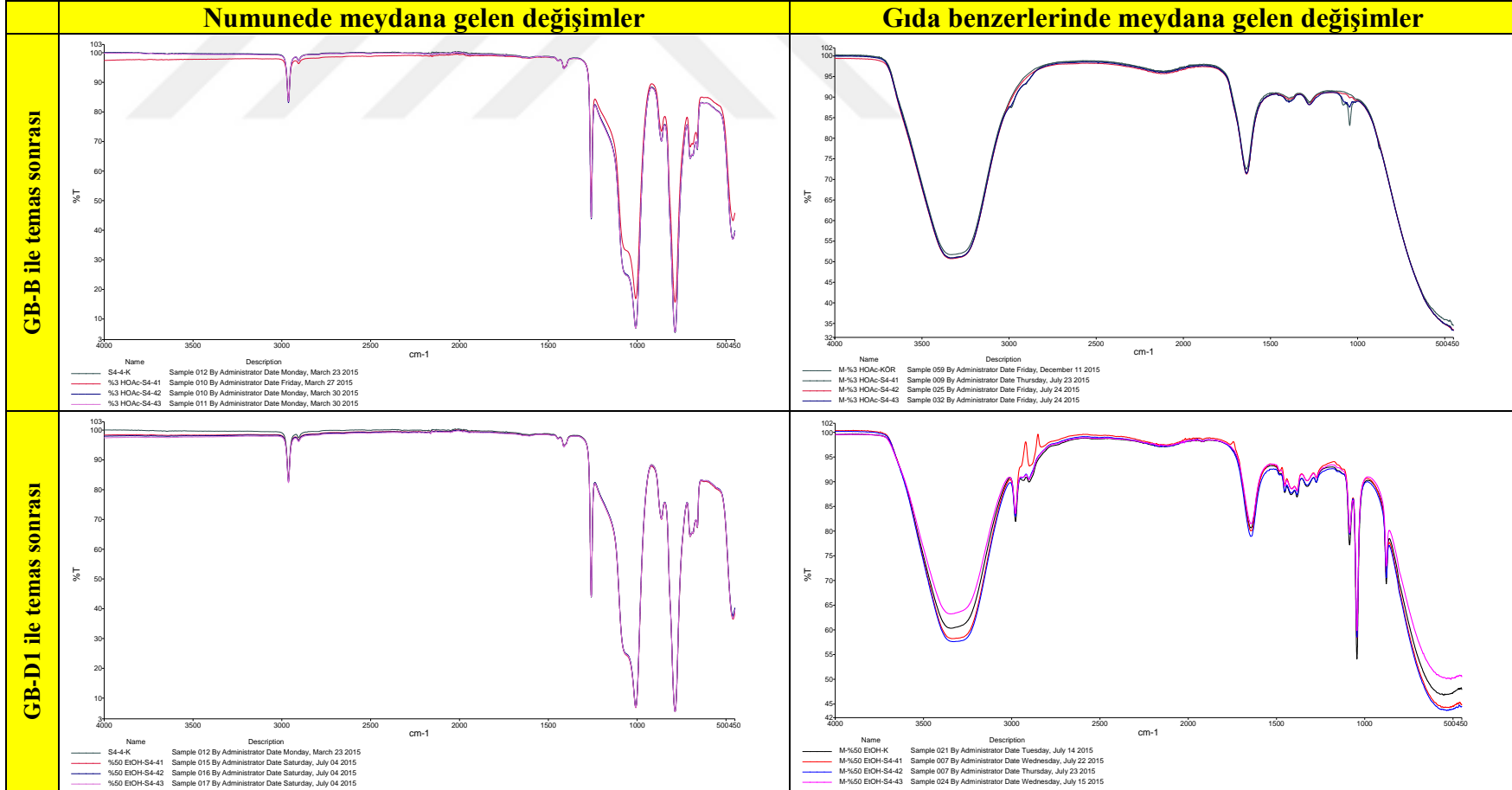
EK 38. S4-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



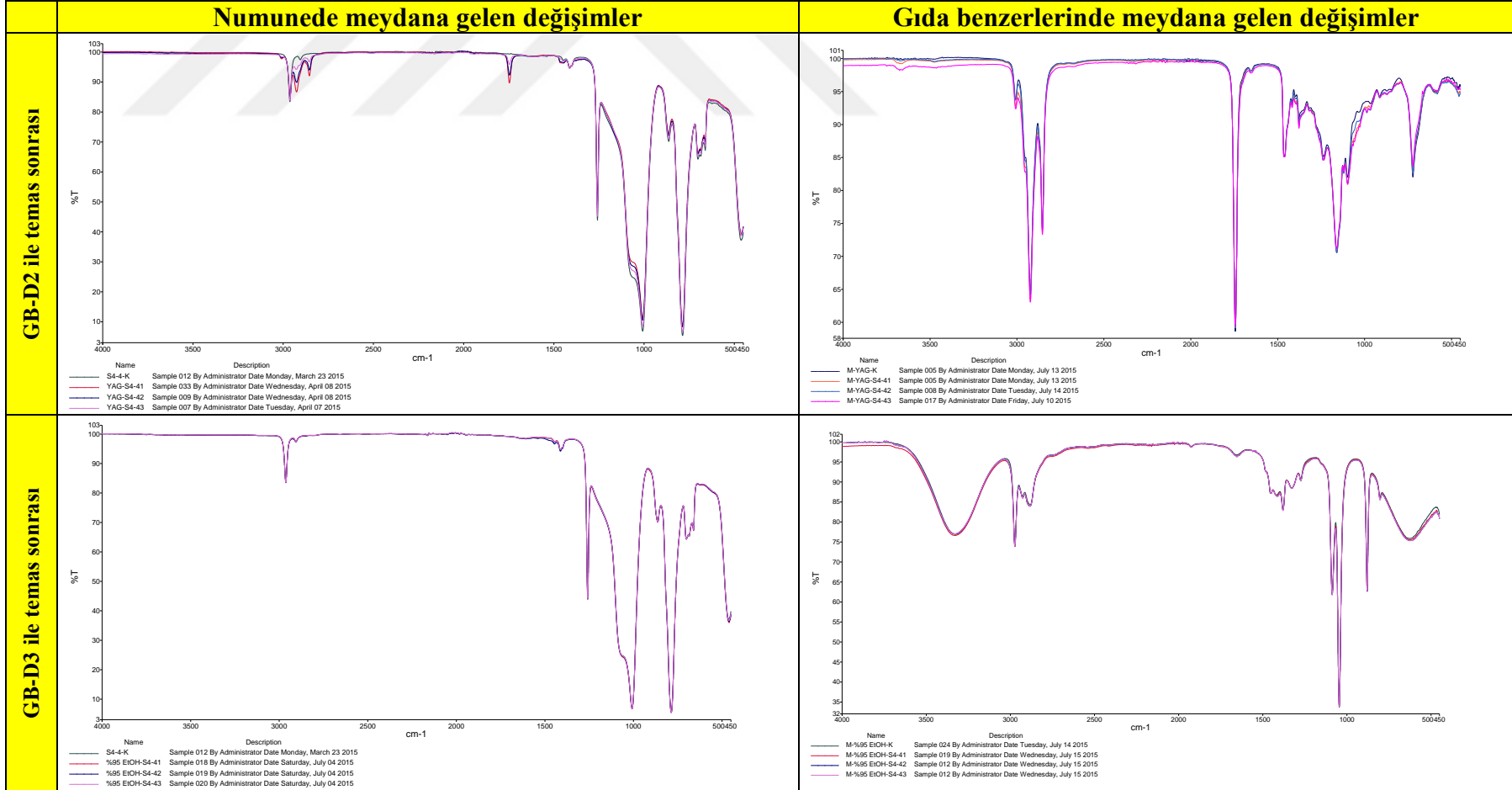
EK 38. S4-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



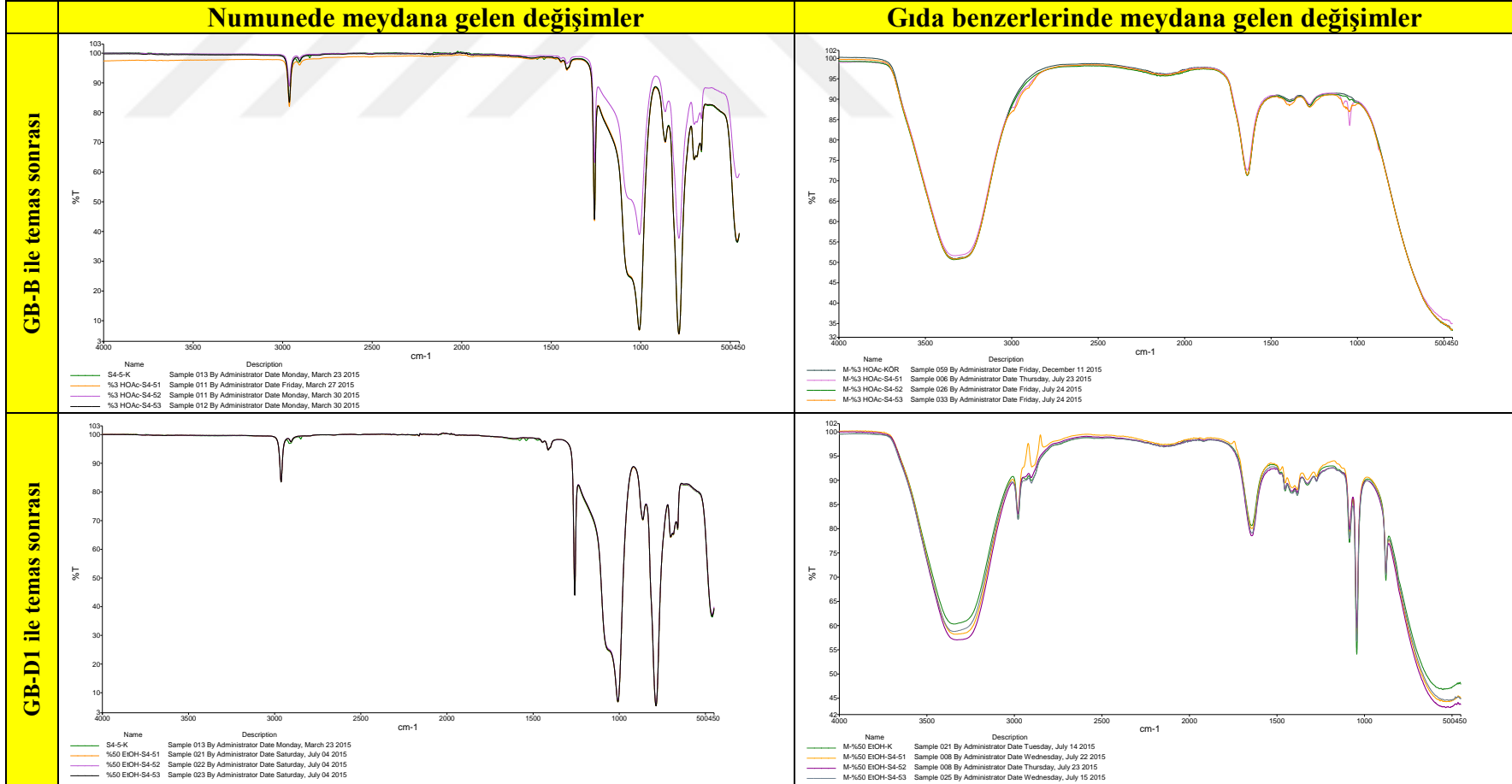
EK 39. S4-4 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



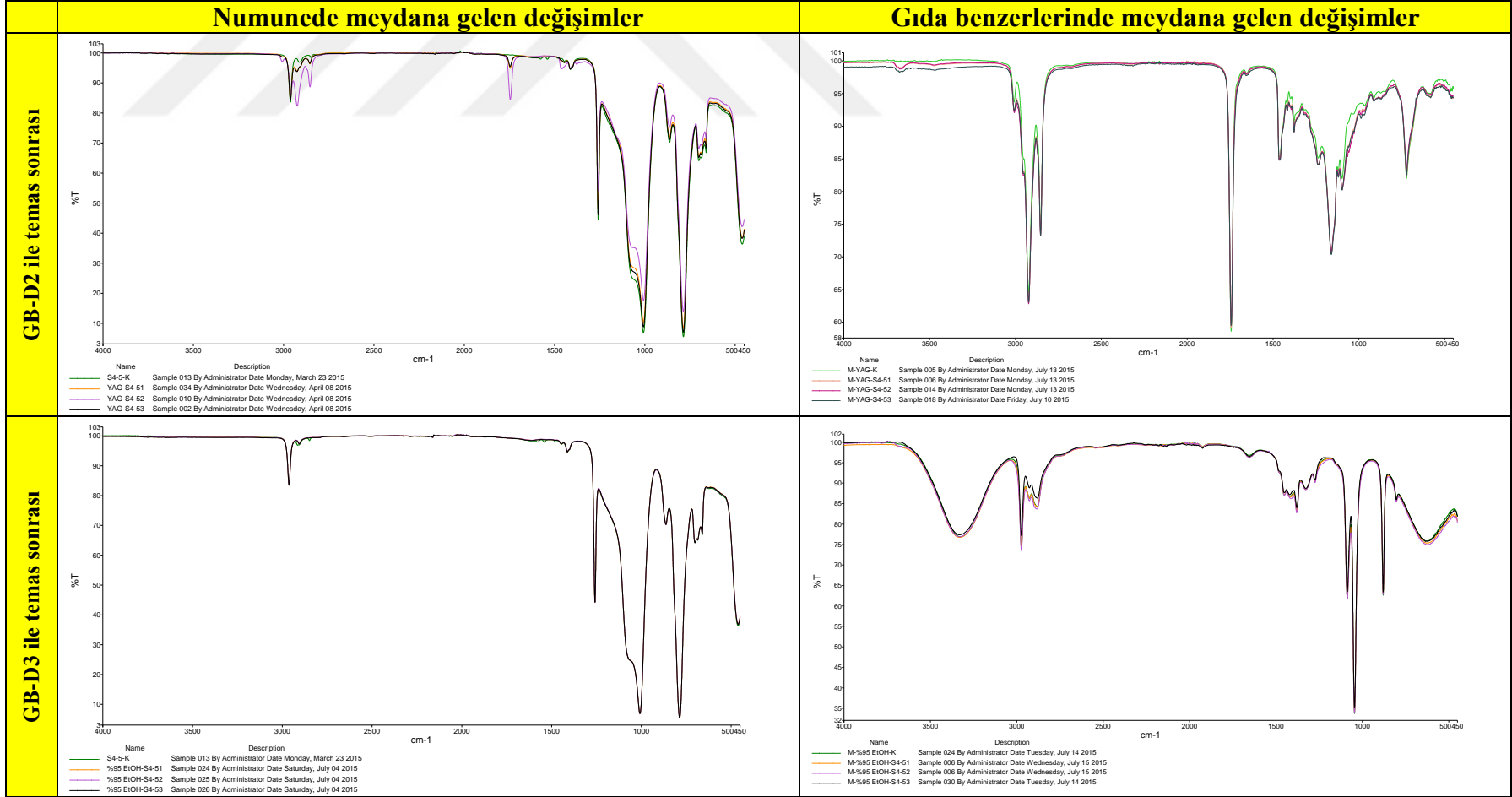
EK 39. S4-4 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



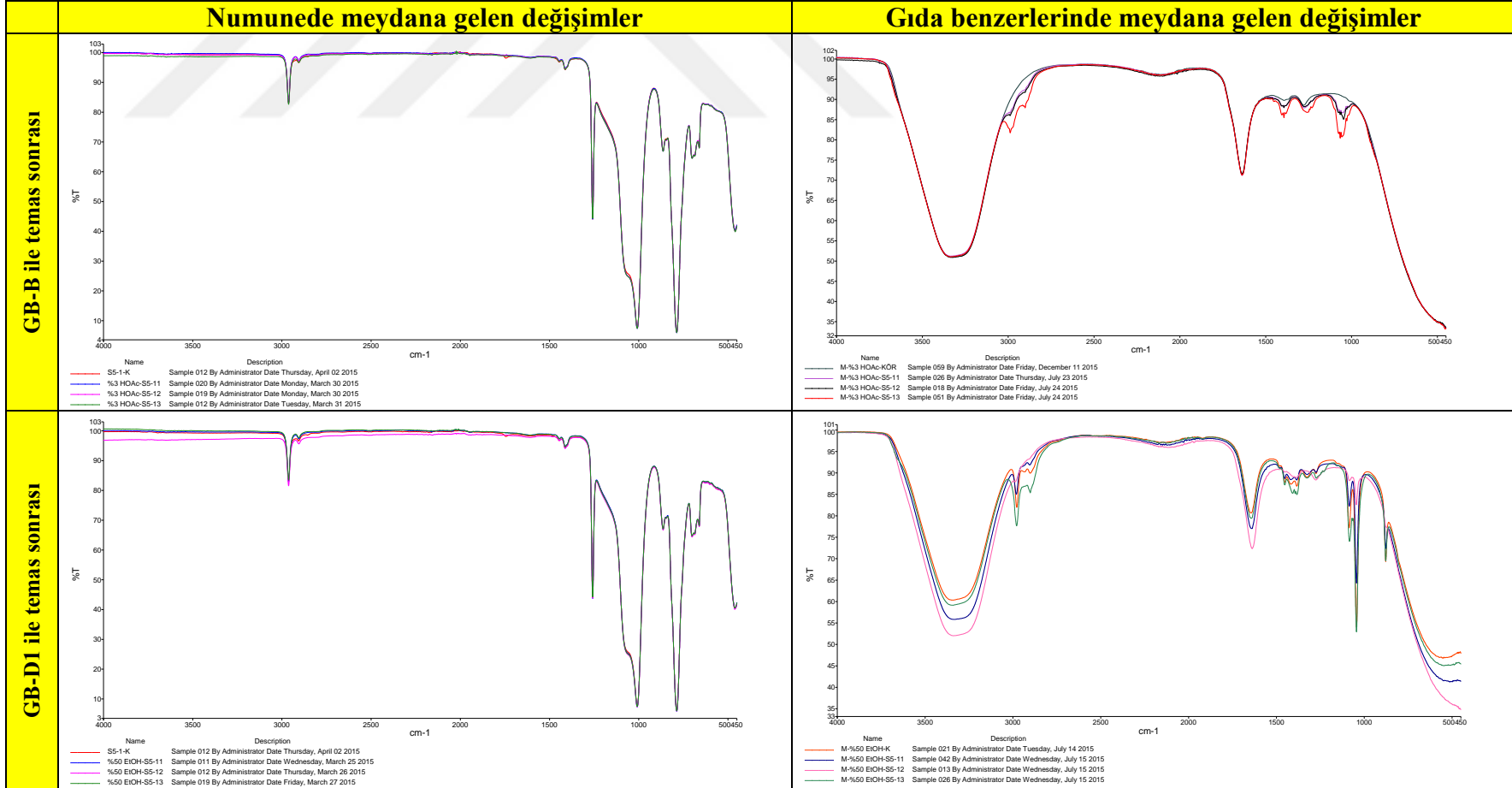
EK 40. S4-5 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



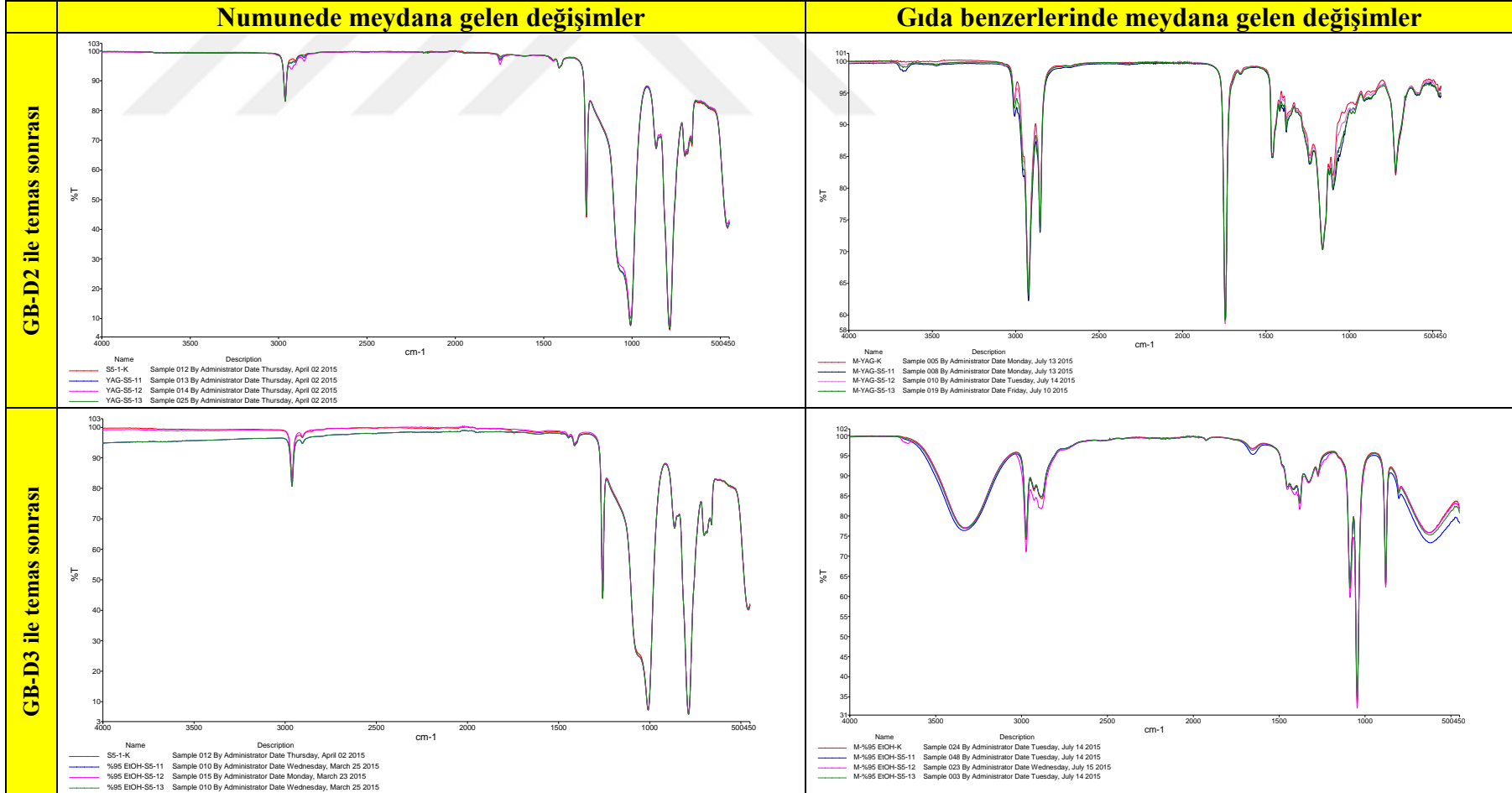
EK 40. S4-5 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



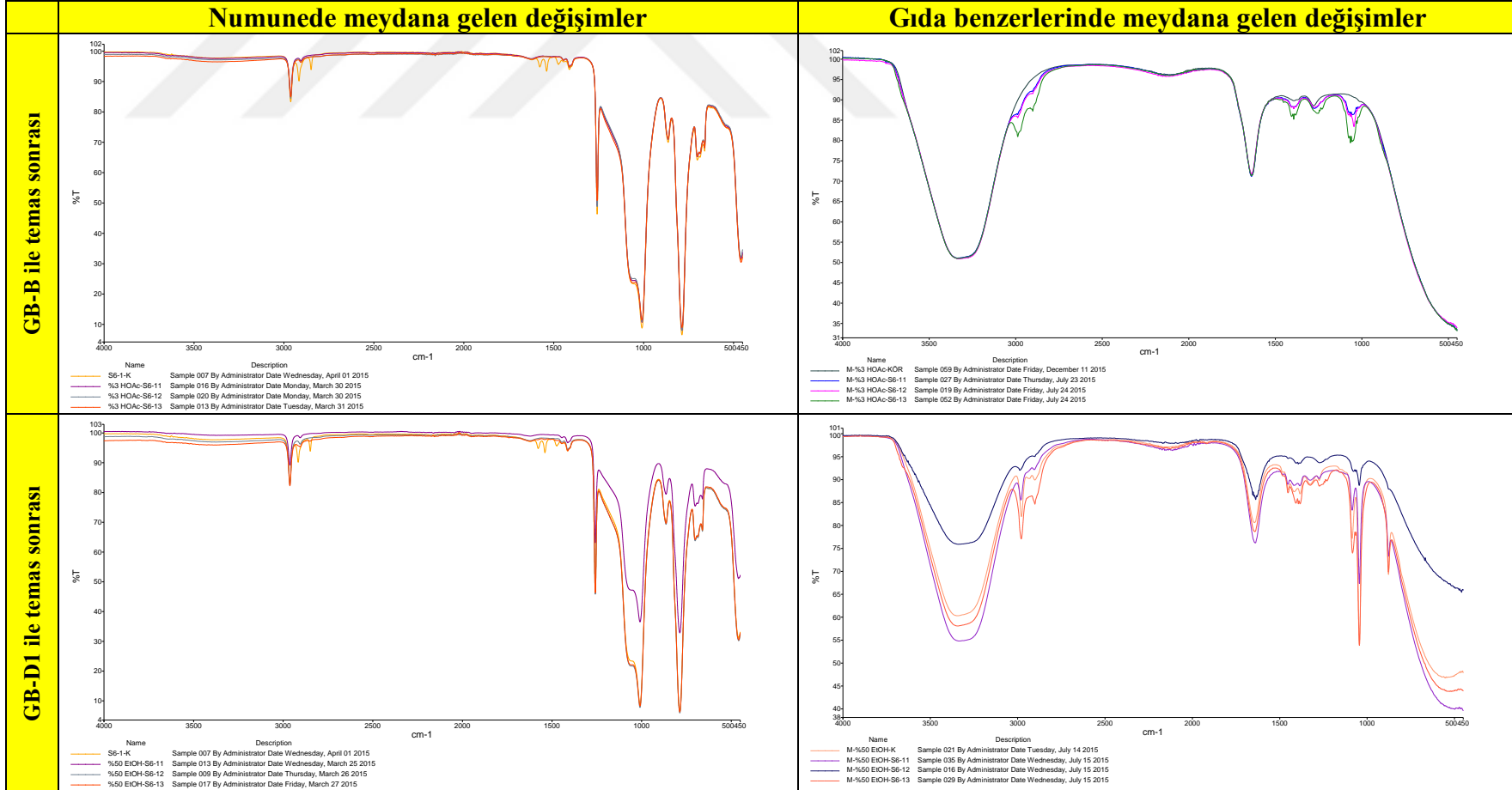
EK 41. S5-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



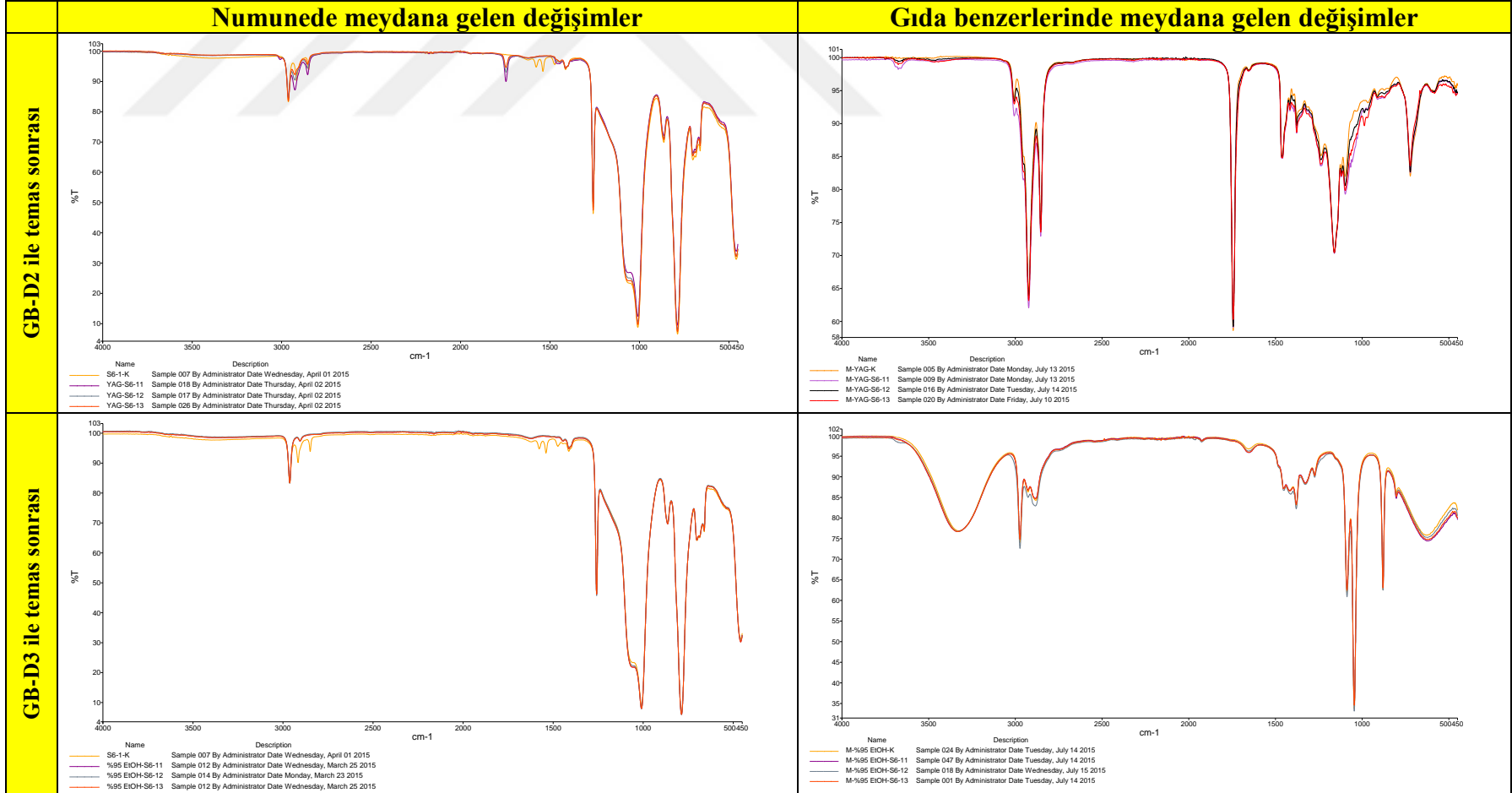
EK 41. S5-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



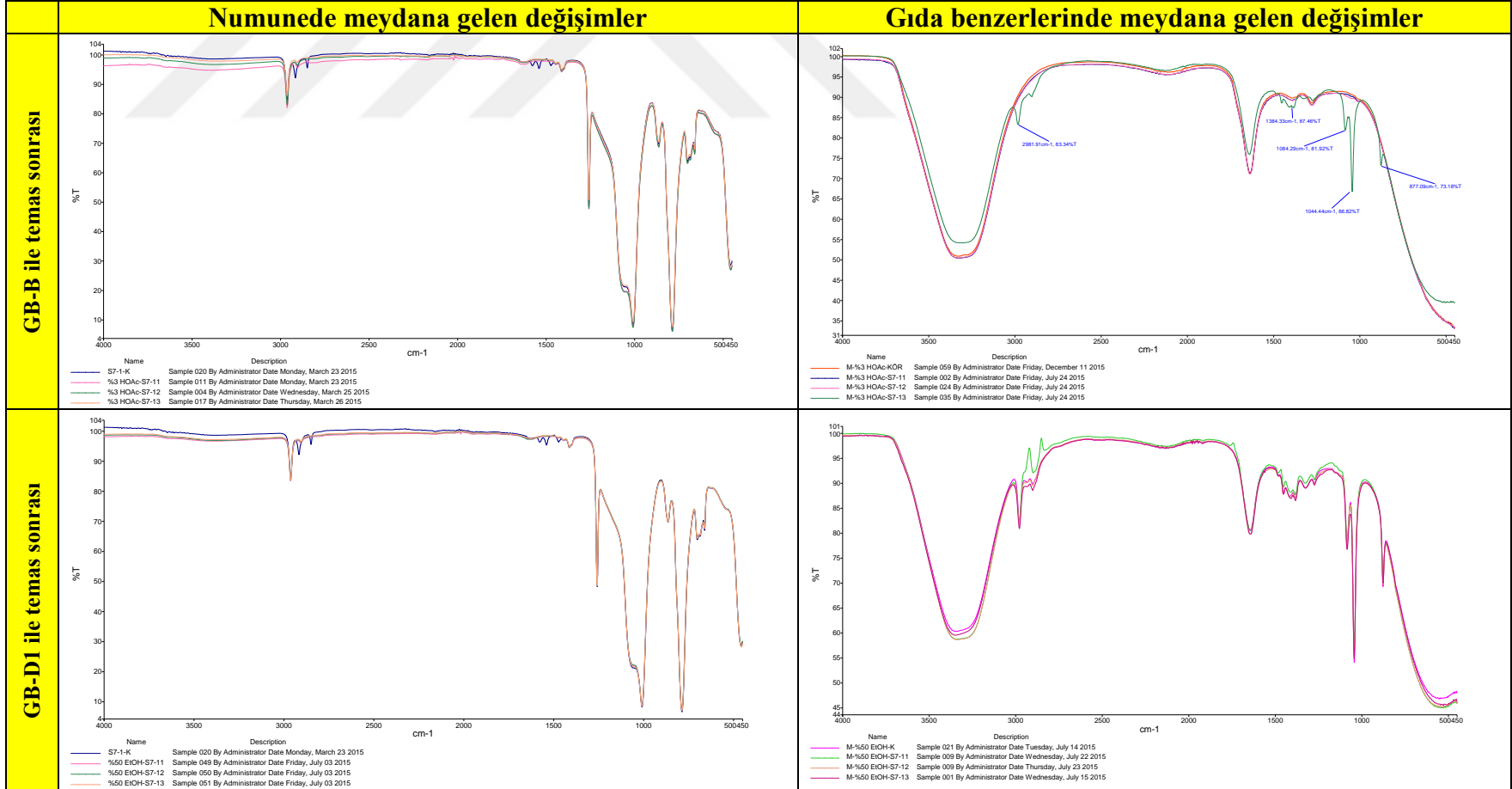
EK 42. S6-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



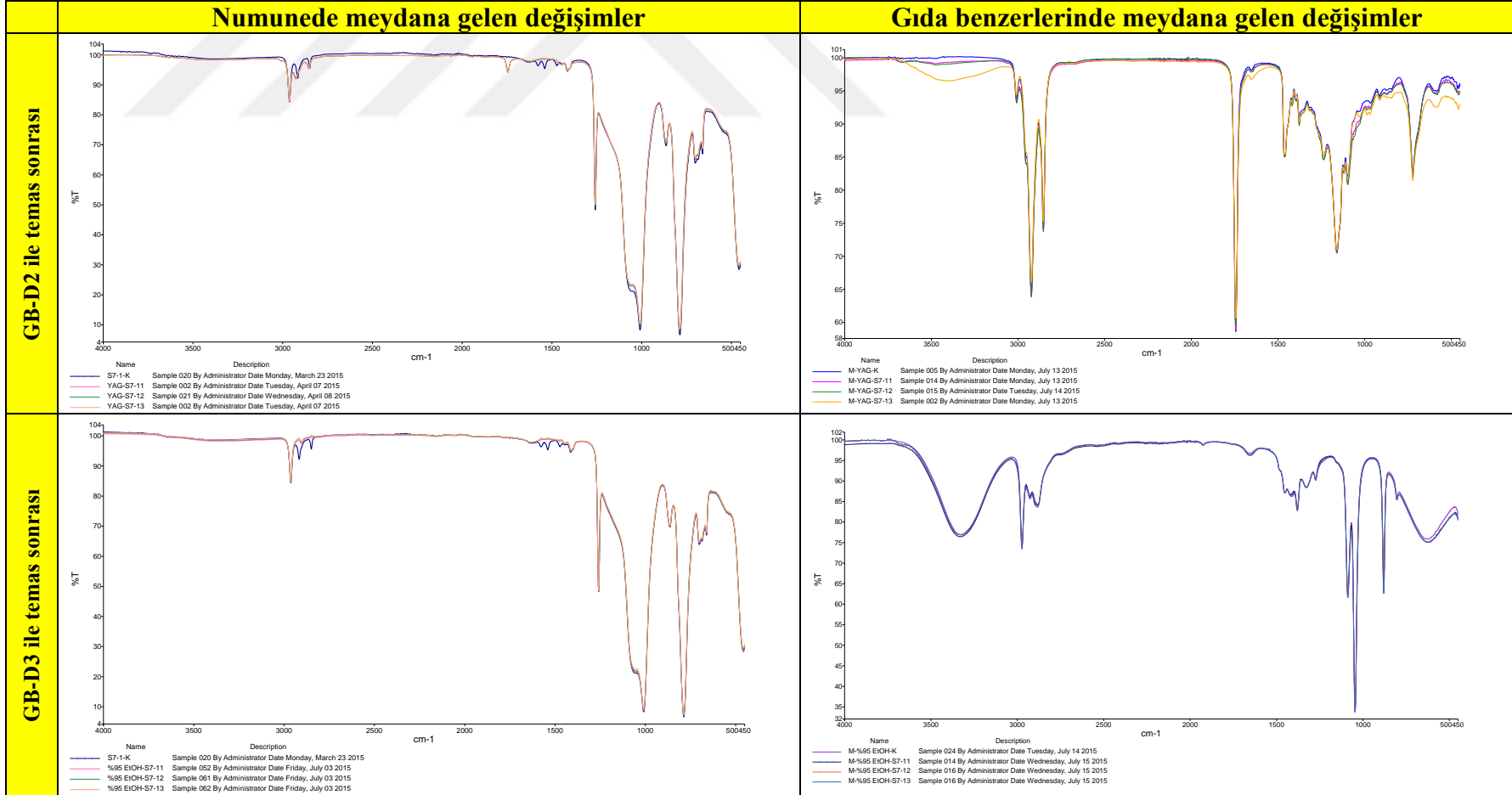
EK 42. S6-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



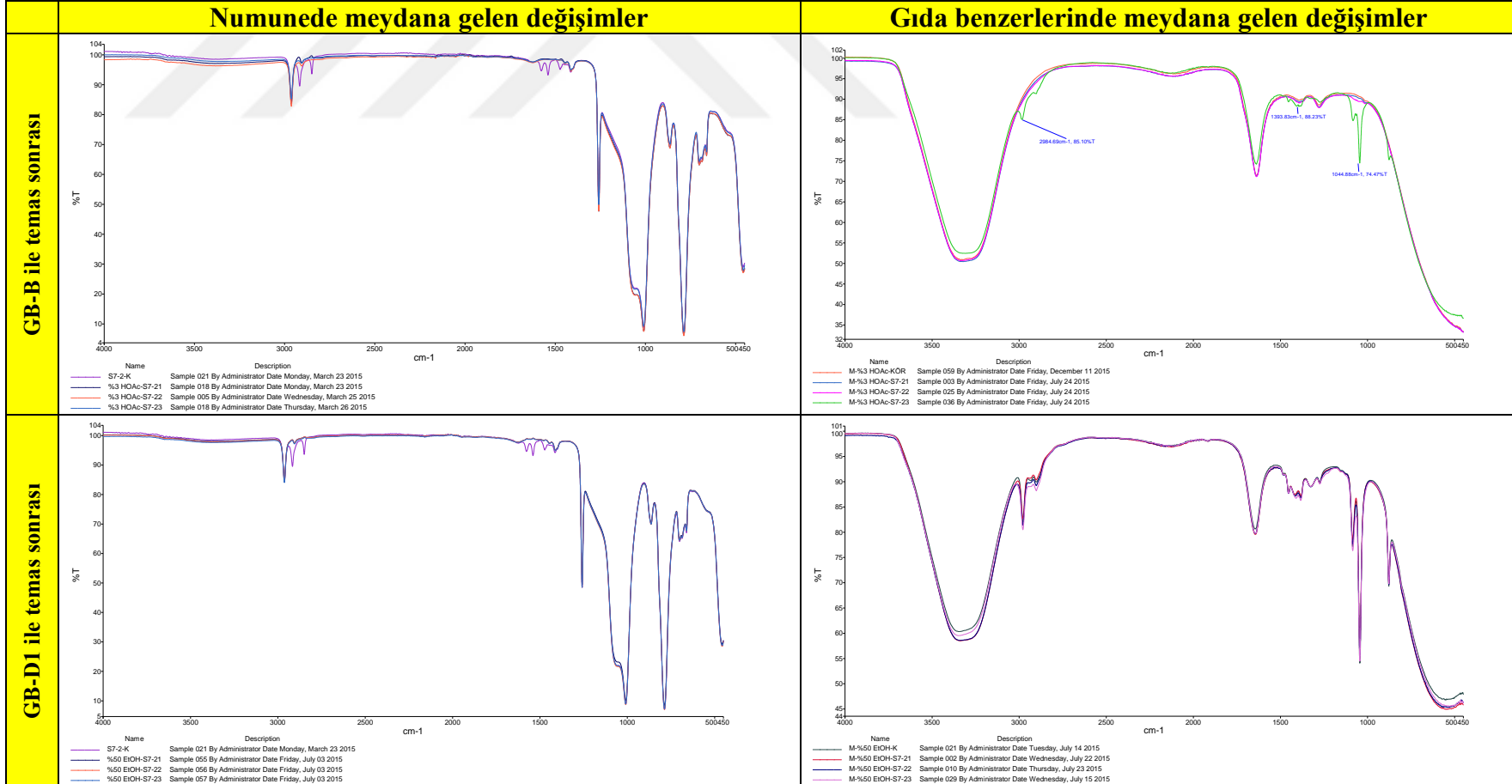
EK 43. S7-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



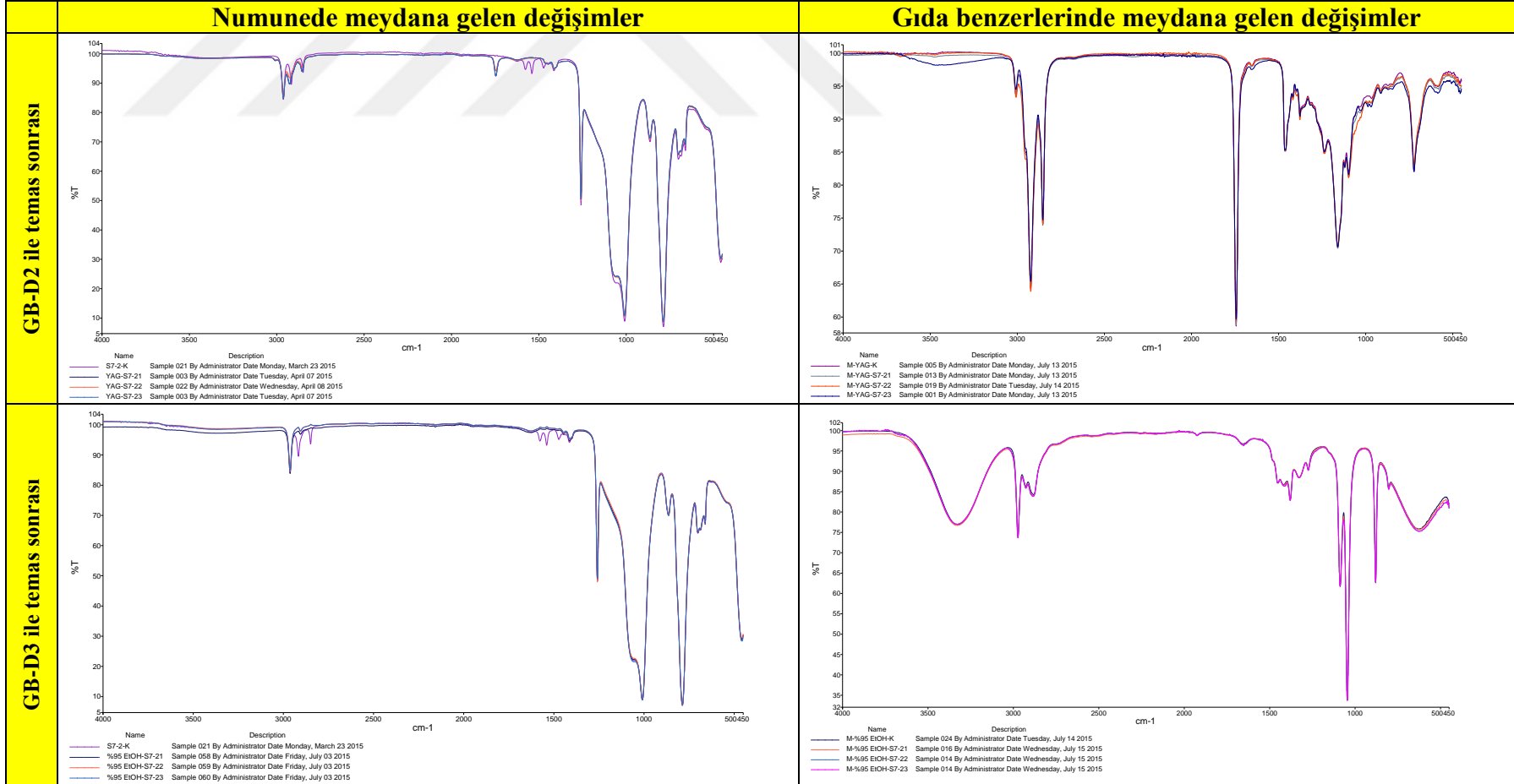
EK 43. S7-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



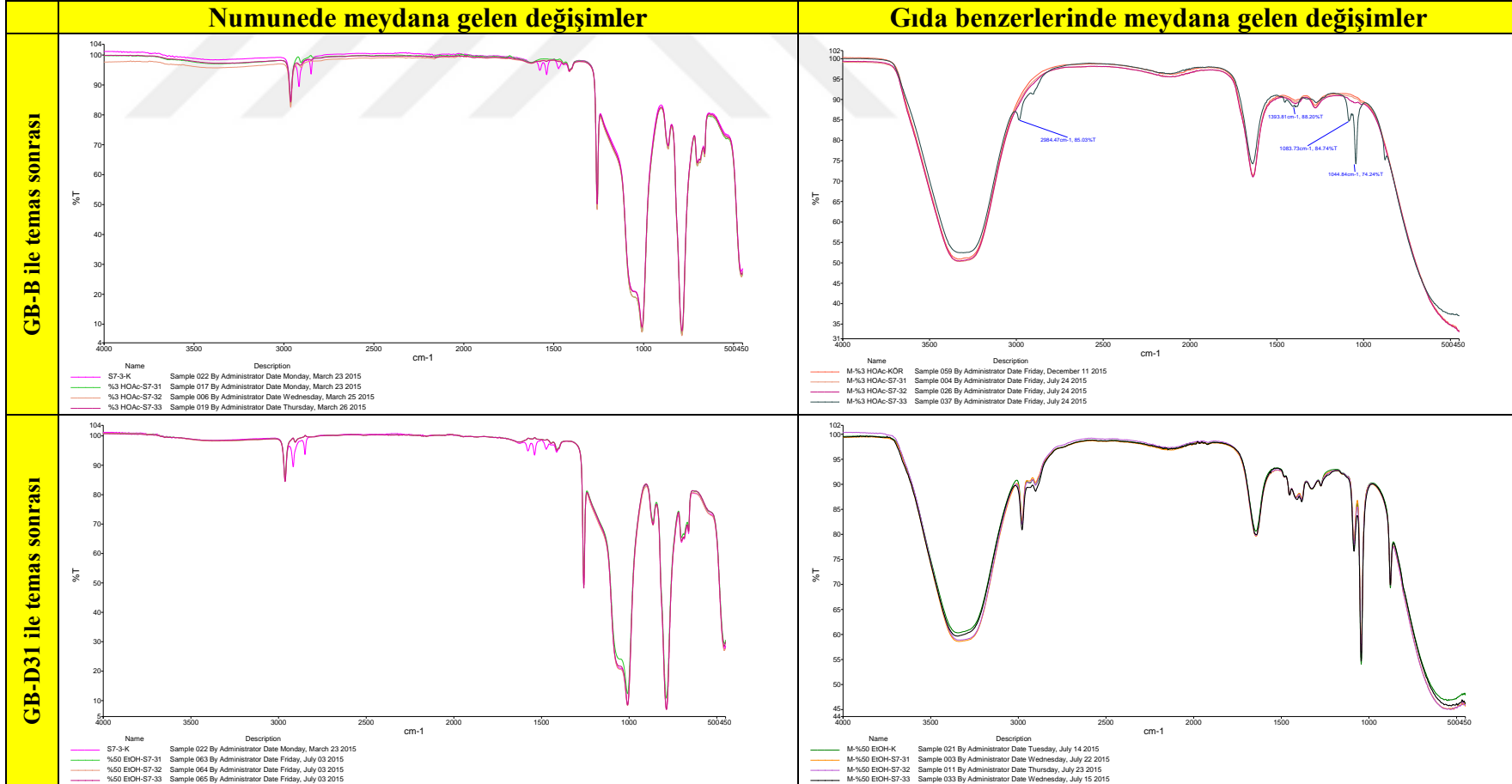
EK 44. S7-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



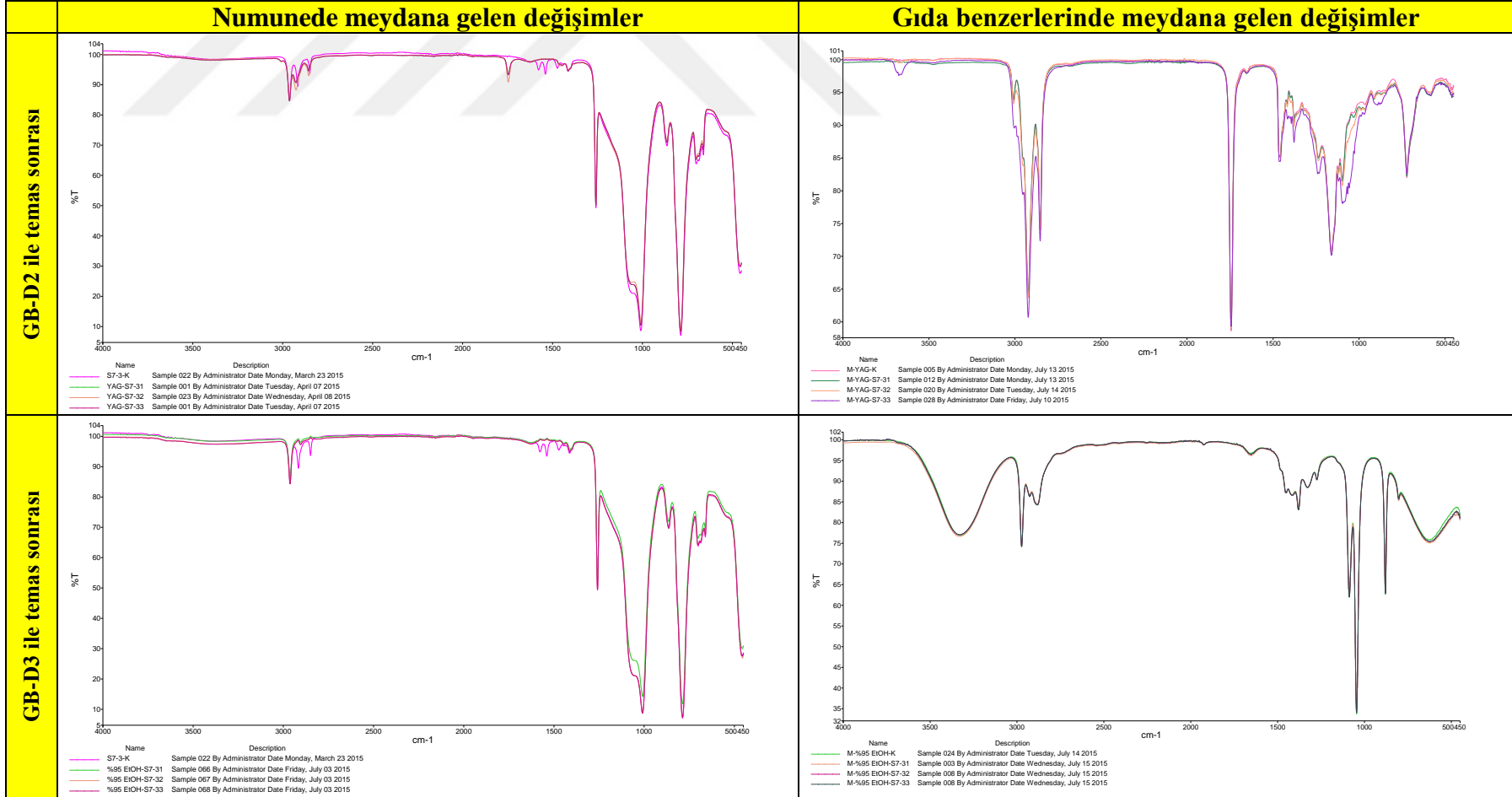
EK 44. S7-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



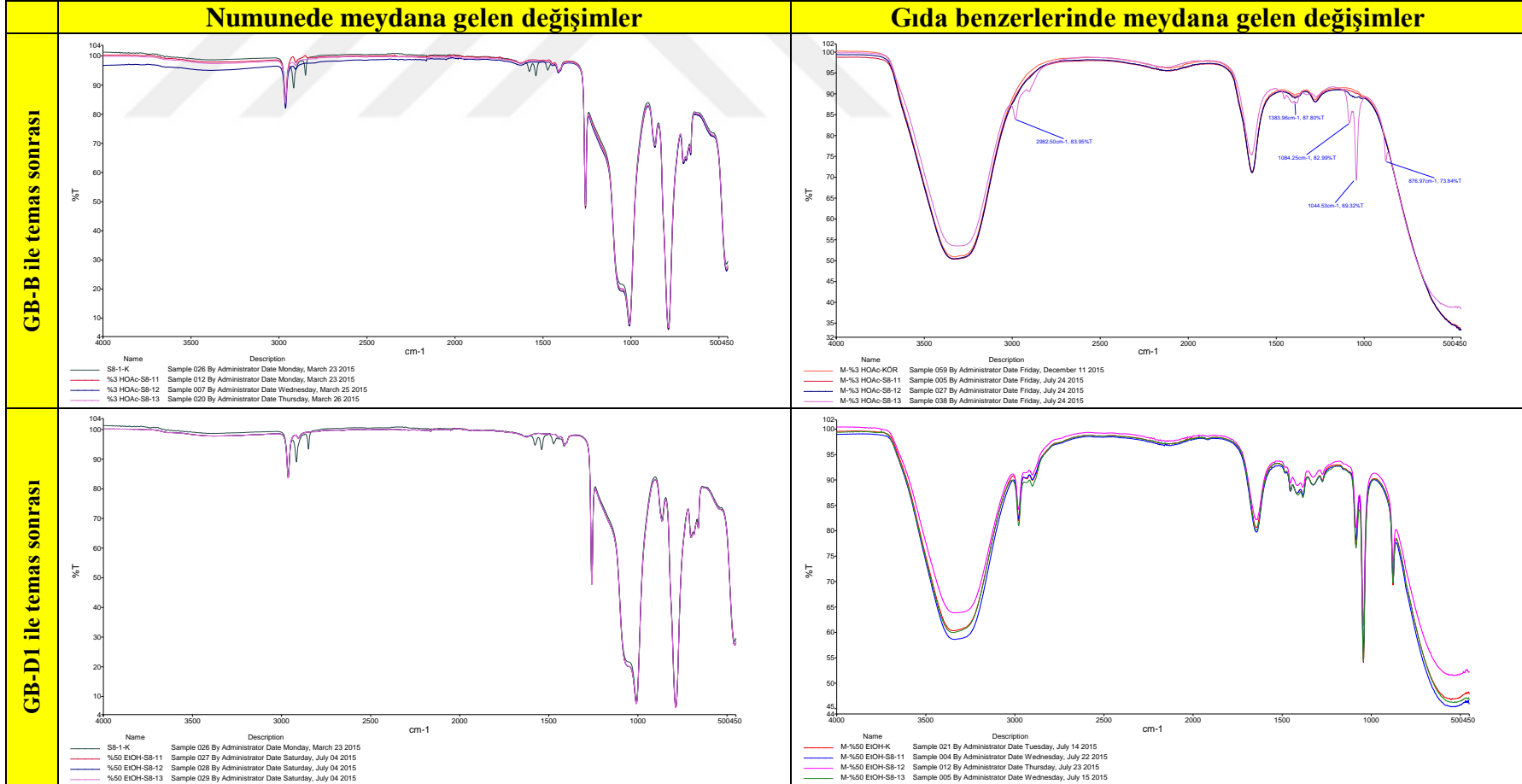
EK 45. S7-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



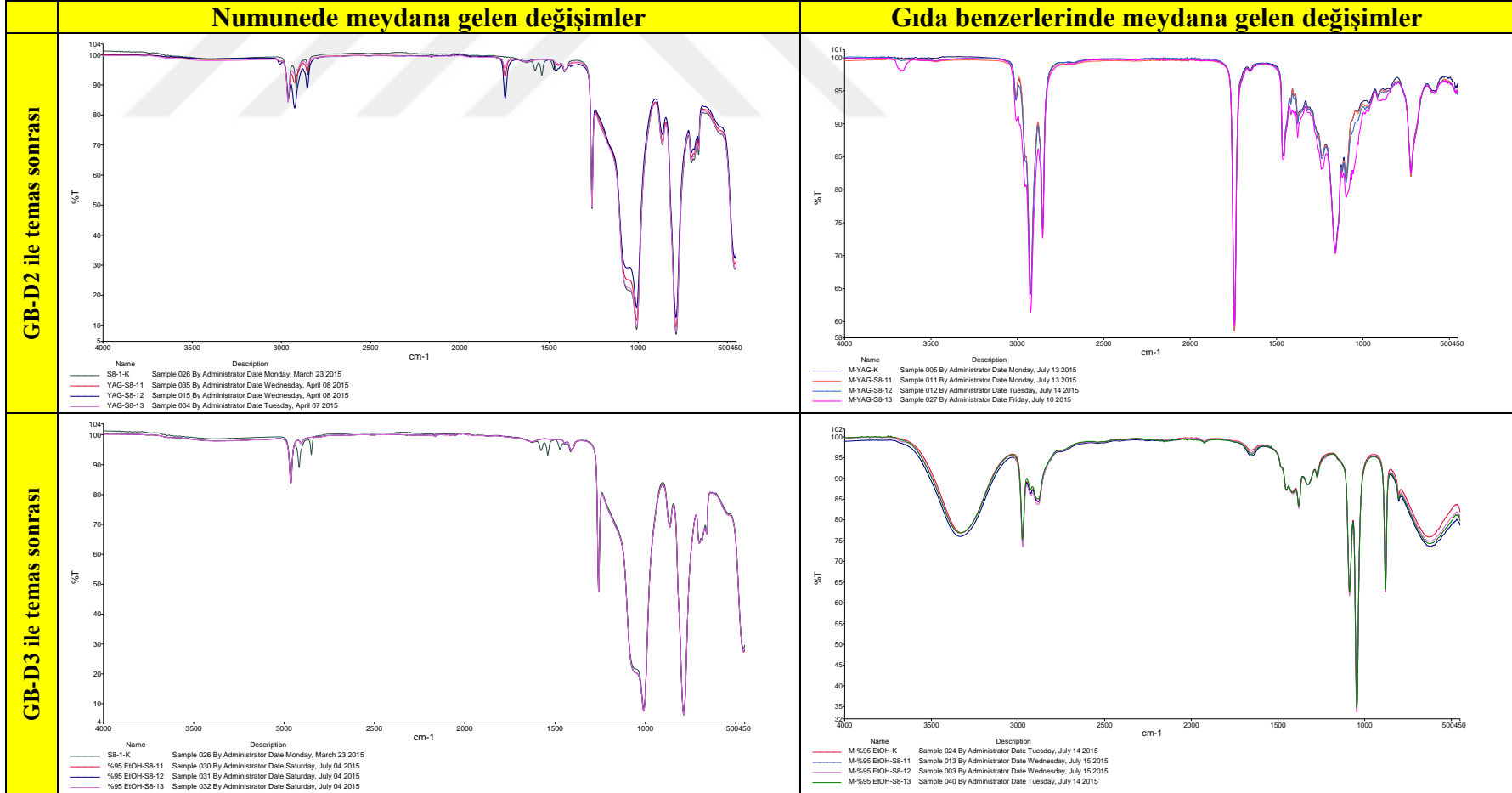
EK 45. S7-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



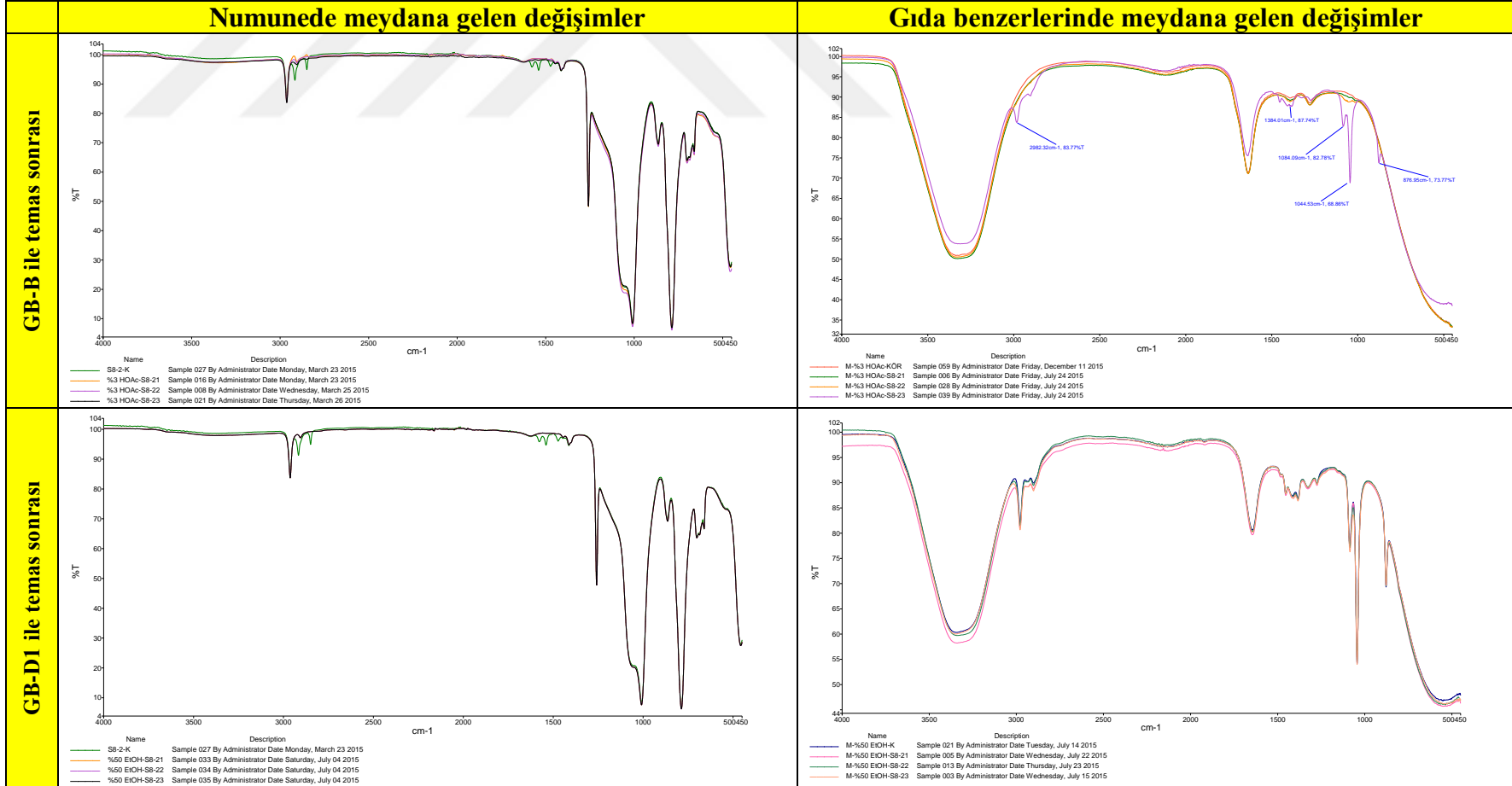
EK 46. S8-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



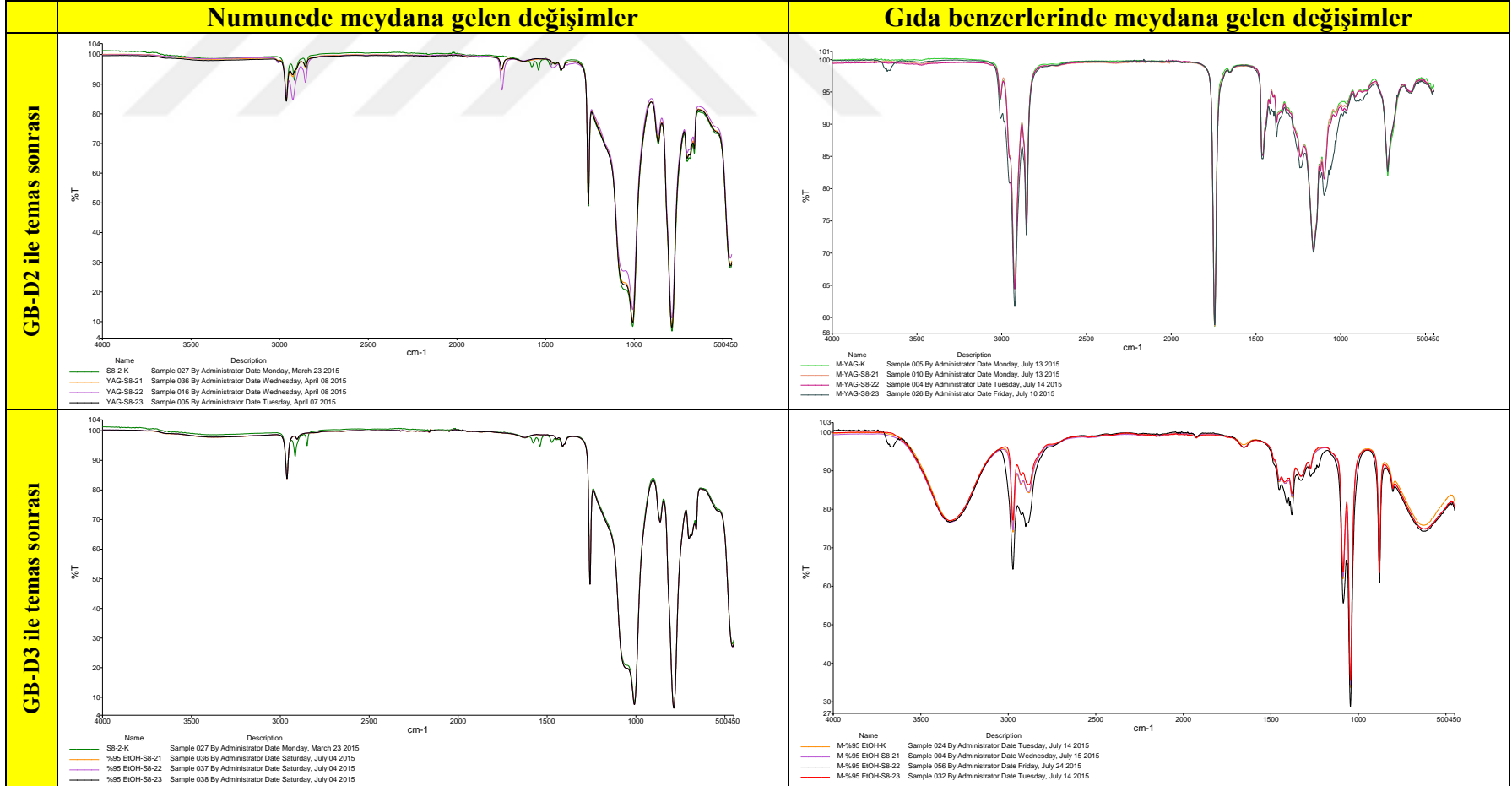
EK 46. S8-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



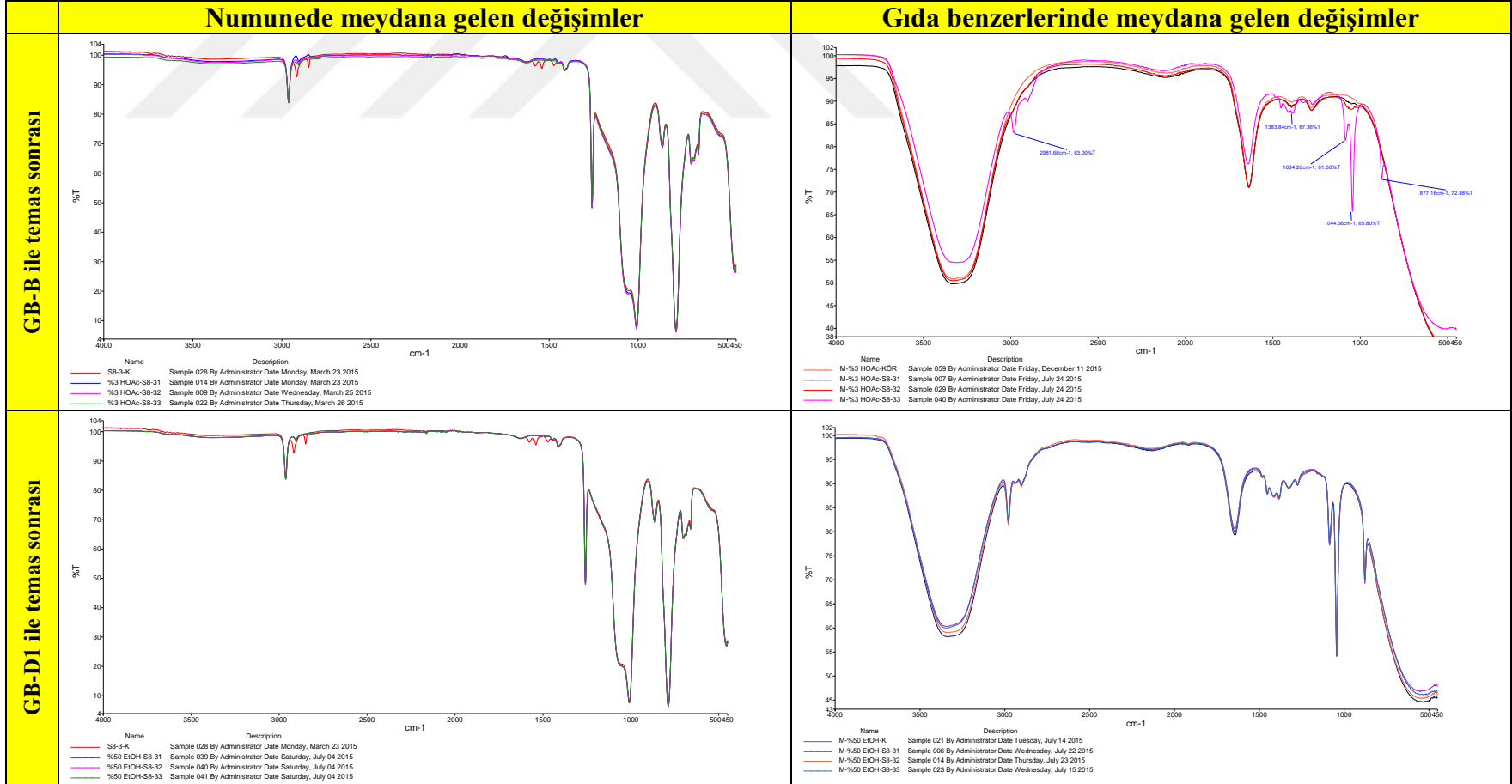
EK 47. S8-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



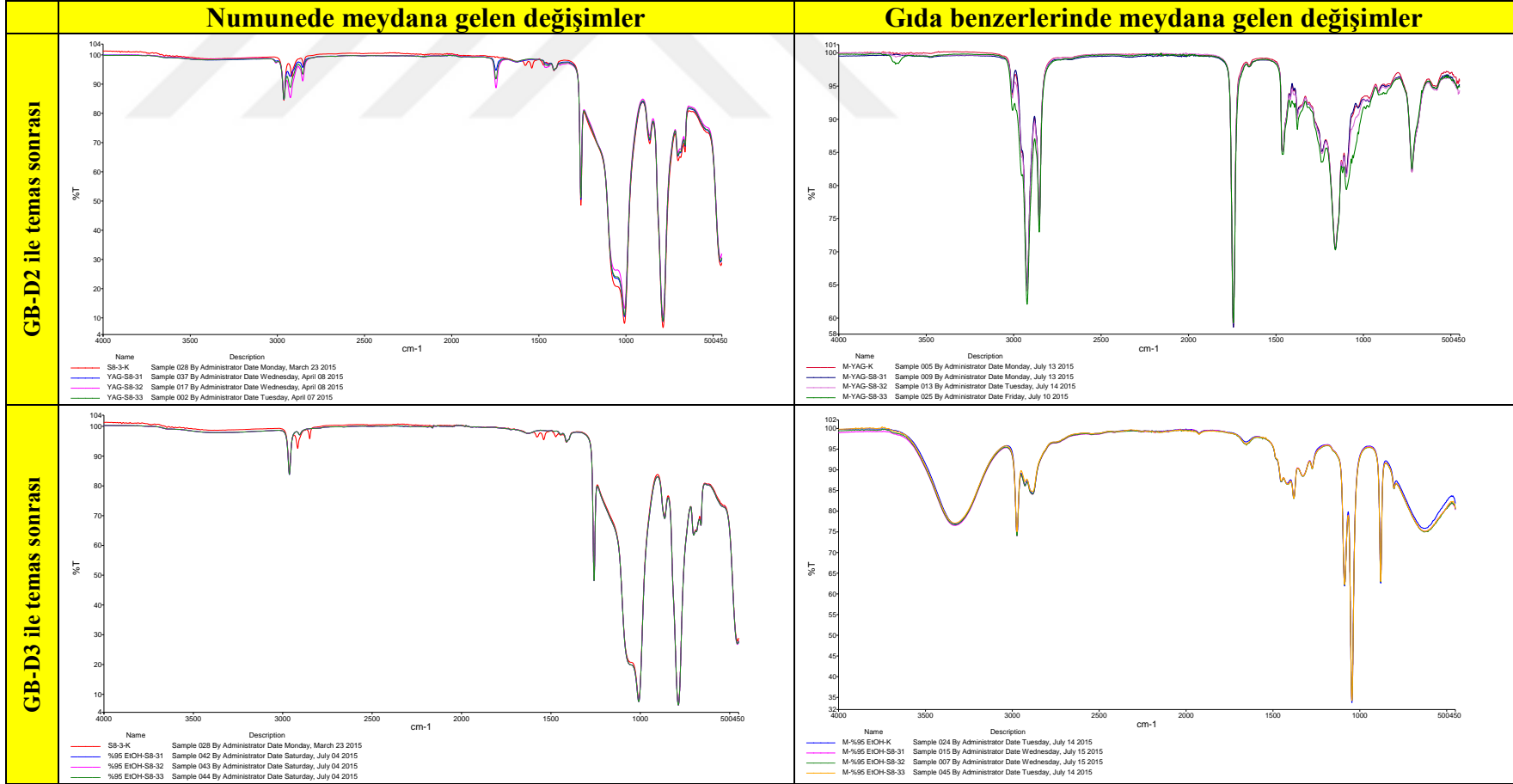
EK 47. S8-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



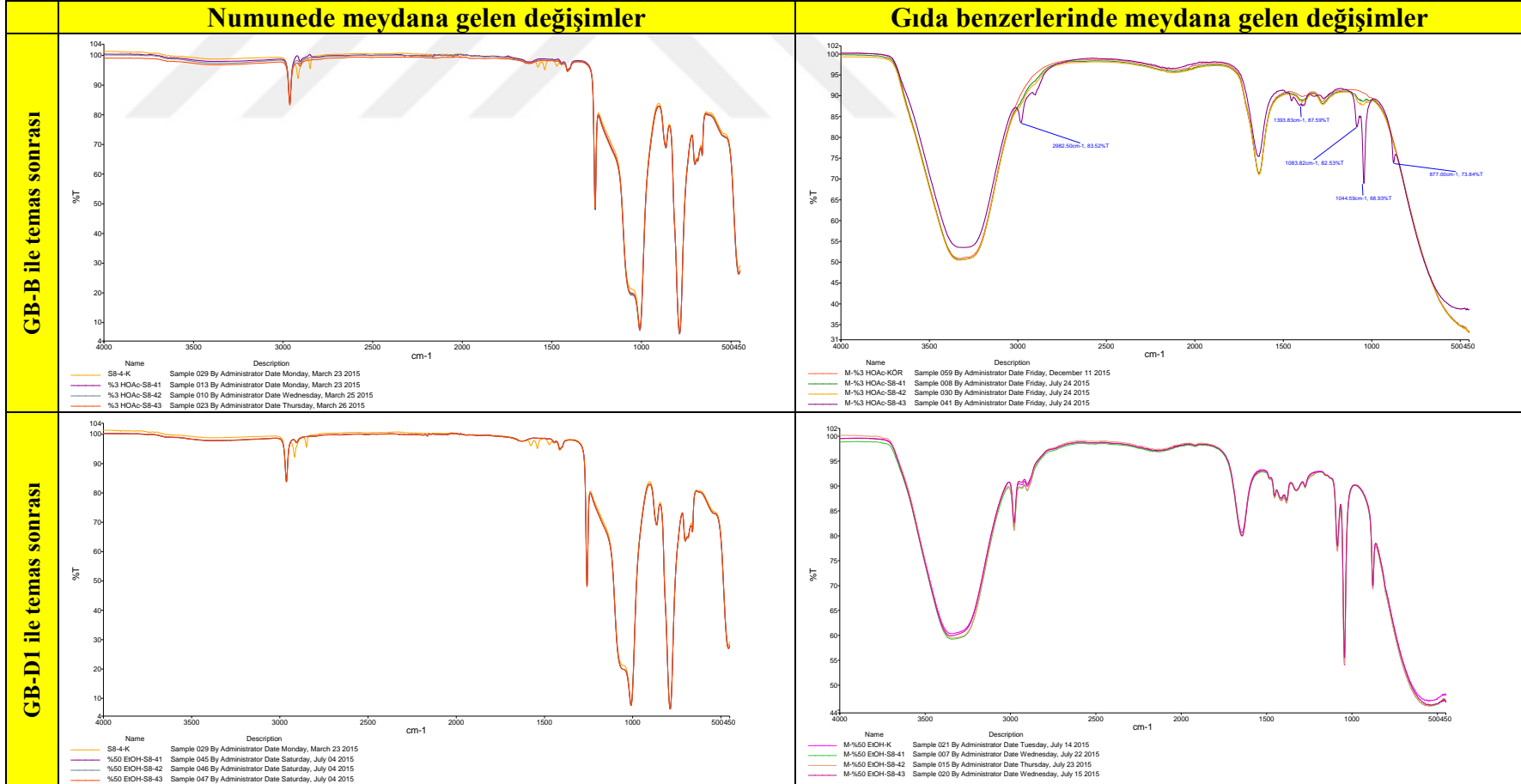
EK 48. S8-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



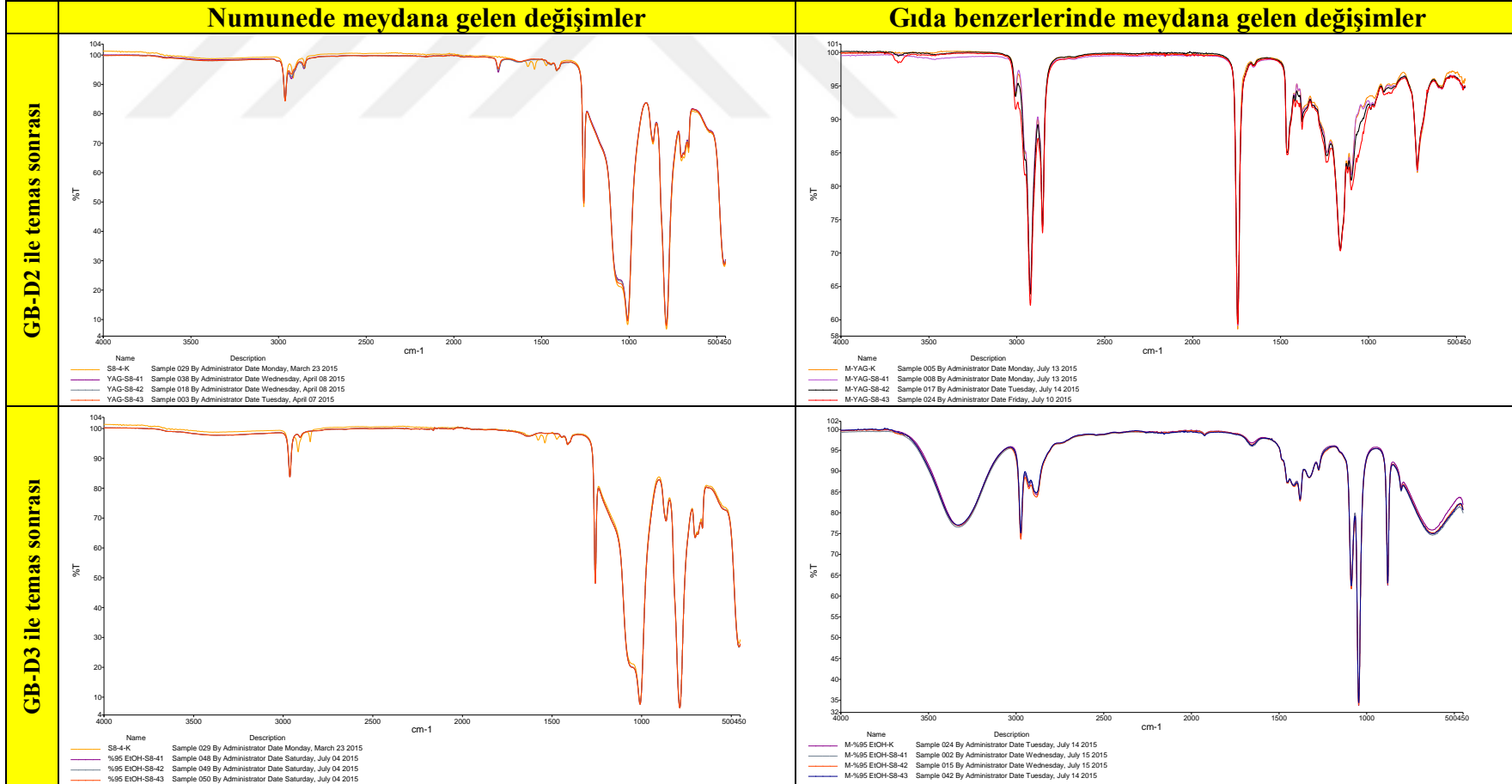
EK 48. S8-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



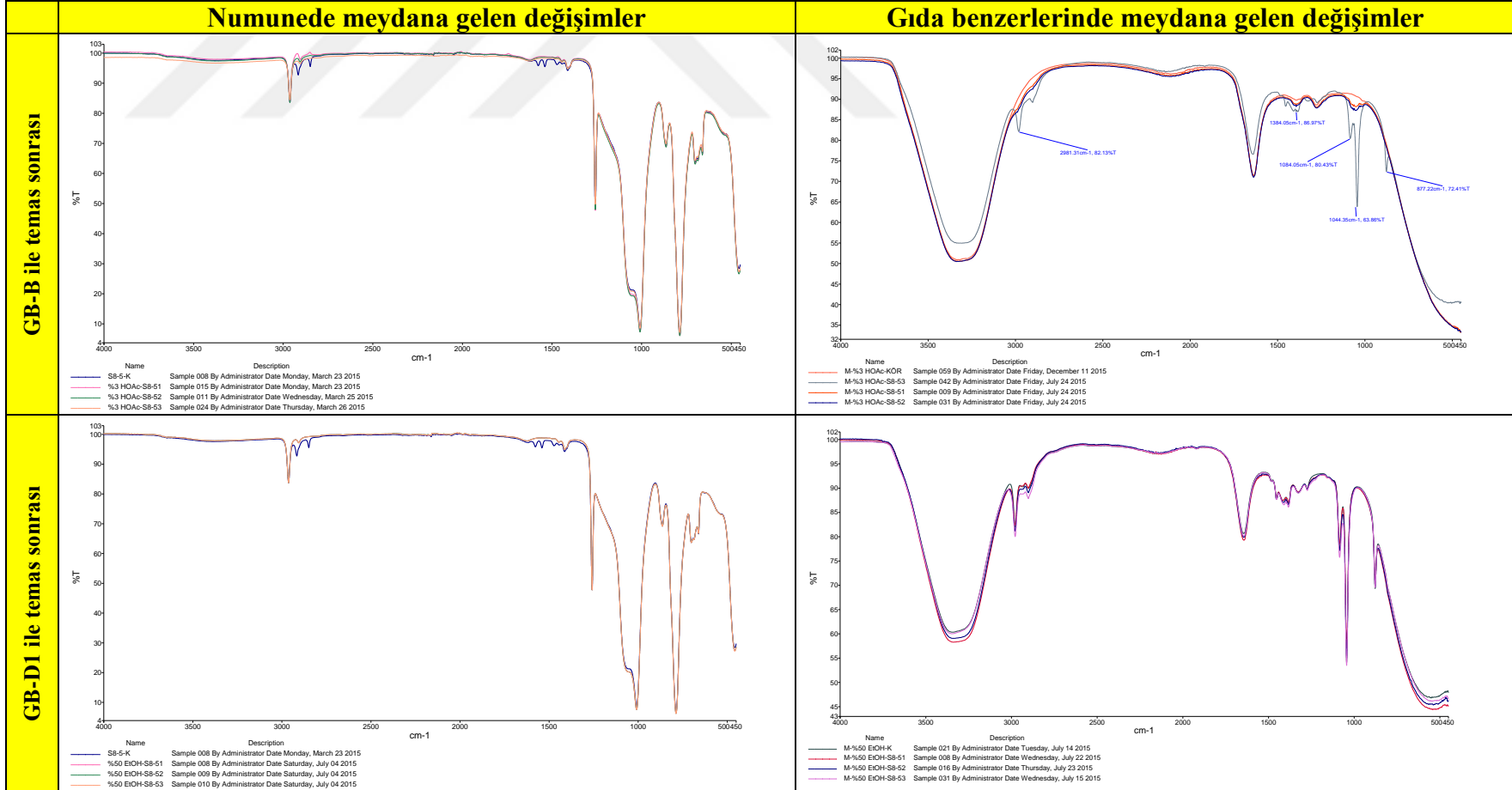
EK 49. S8-4 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



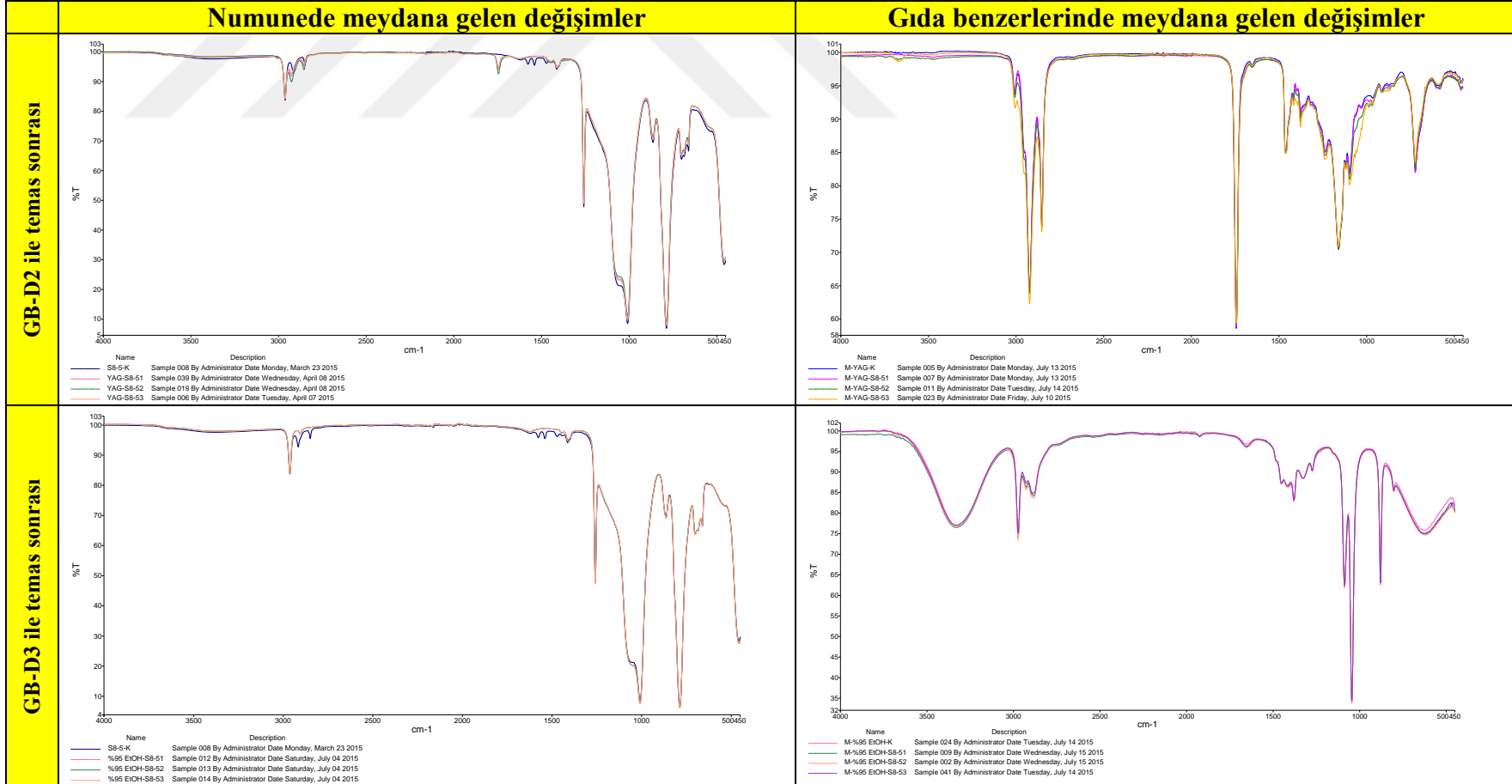
EK 49. S8-4 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



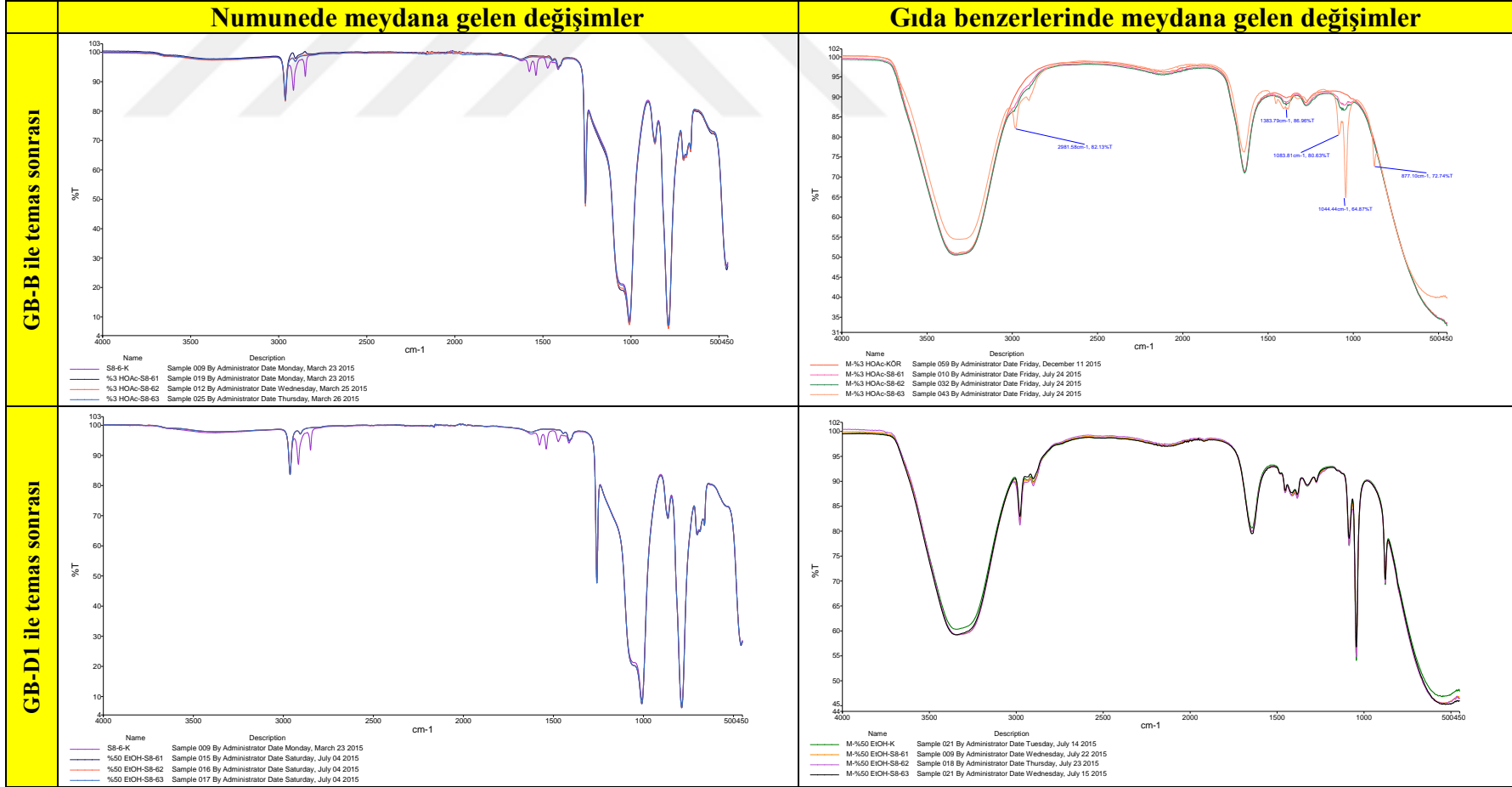
EK 50. S8-5 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



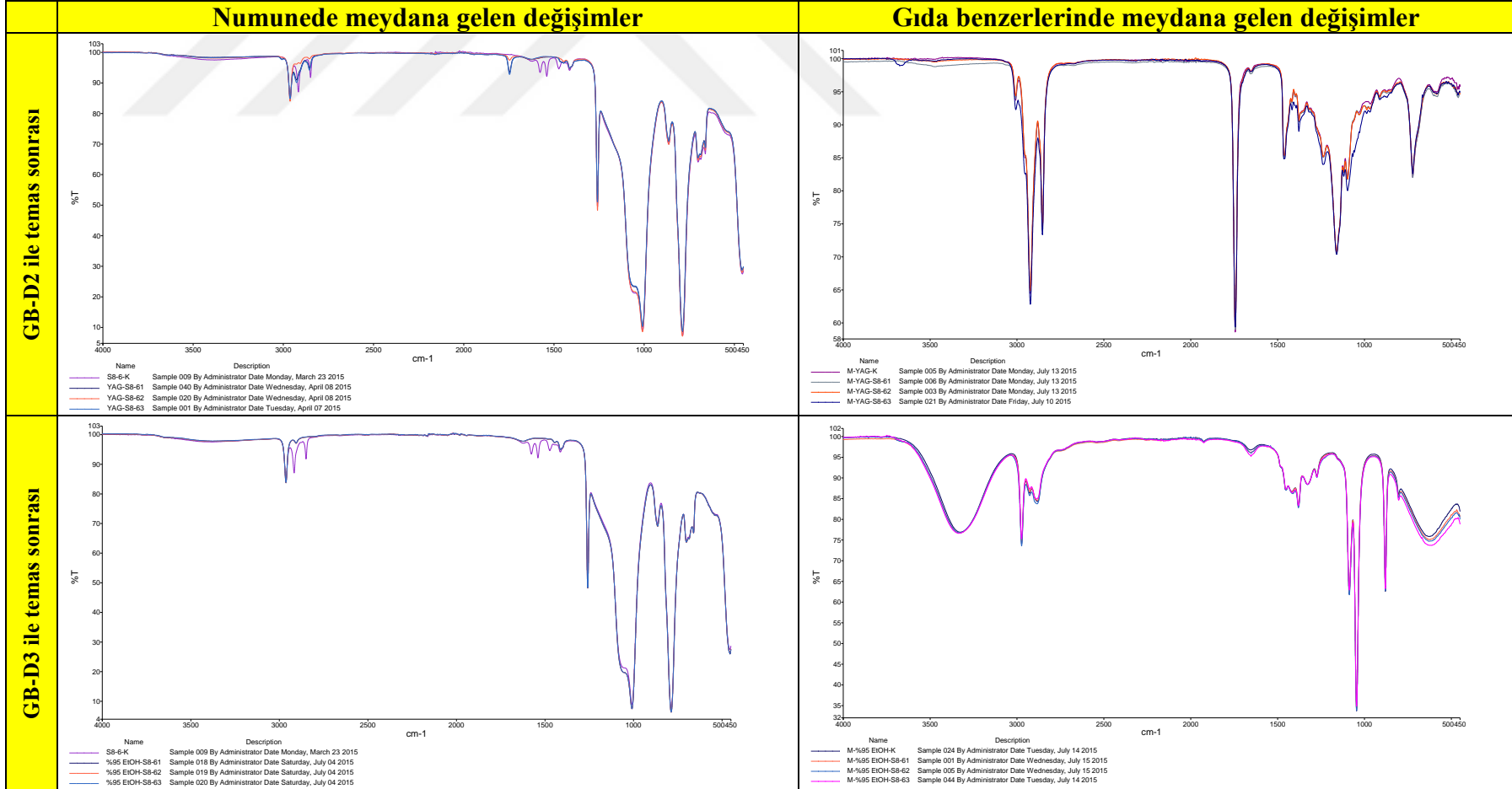
EK 50. S8-5 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



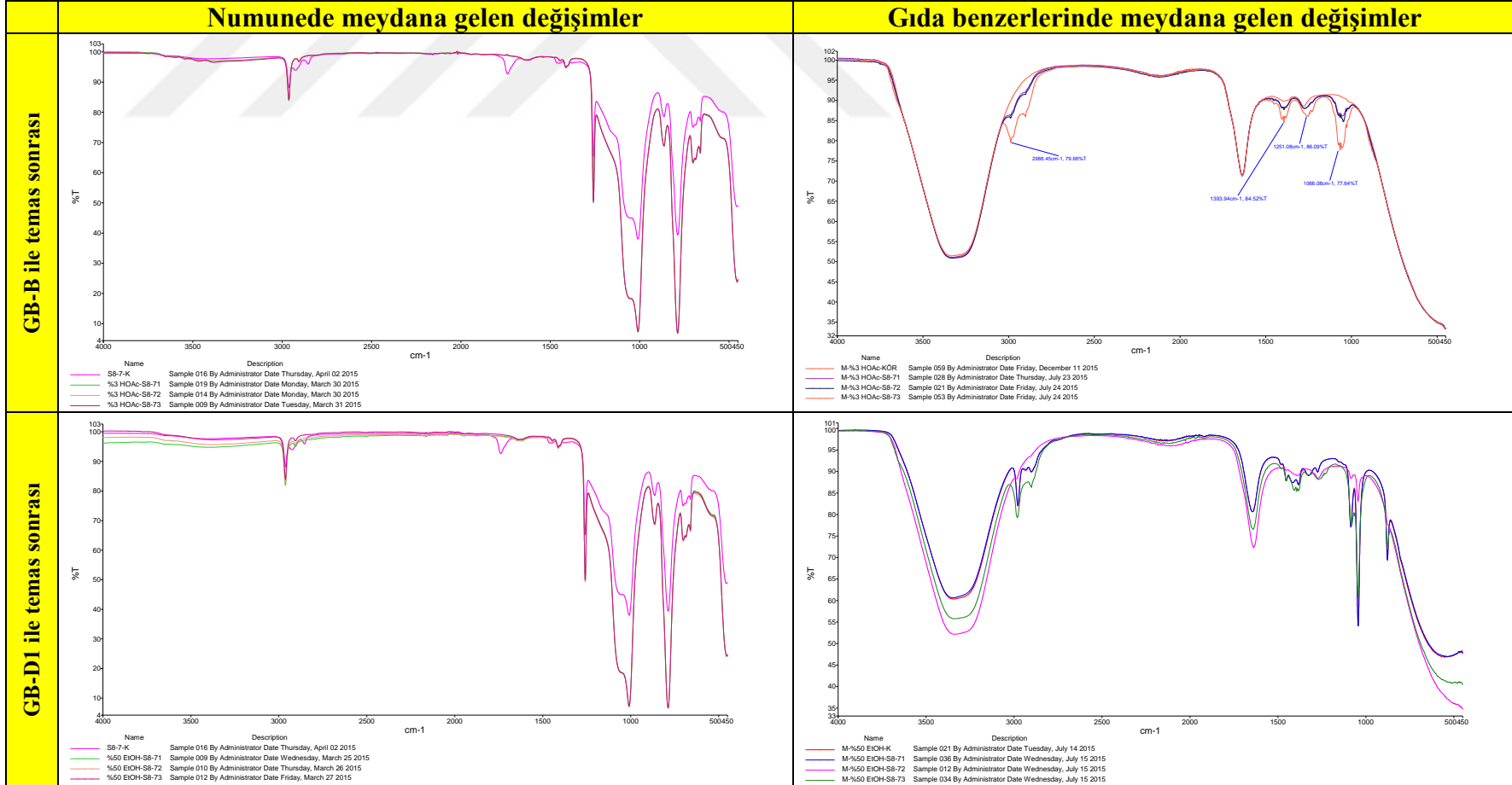
EK 51. S8-6 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



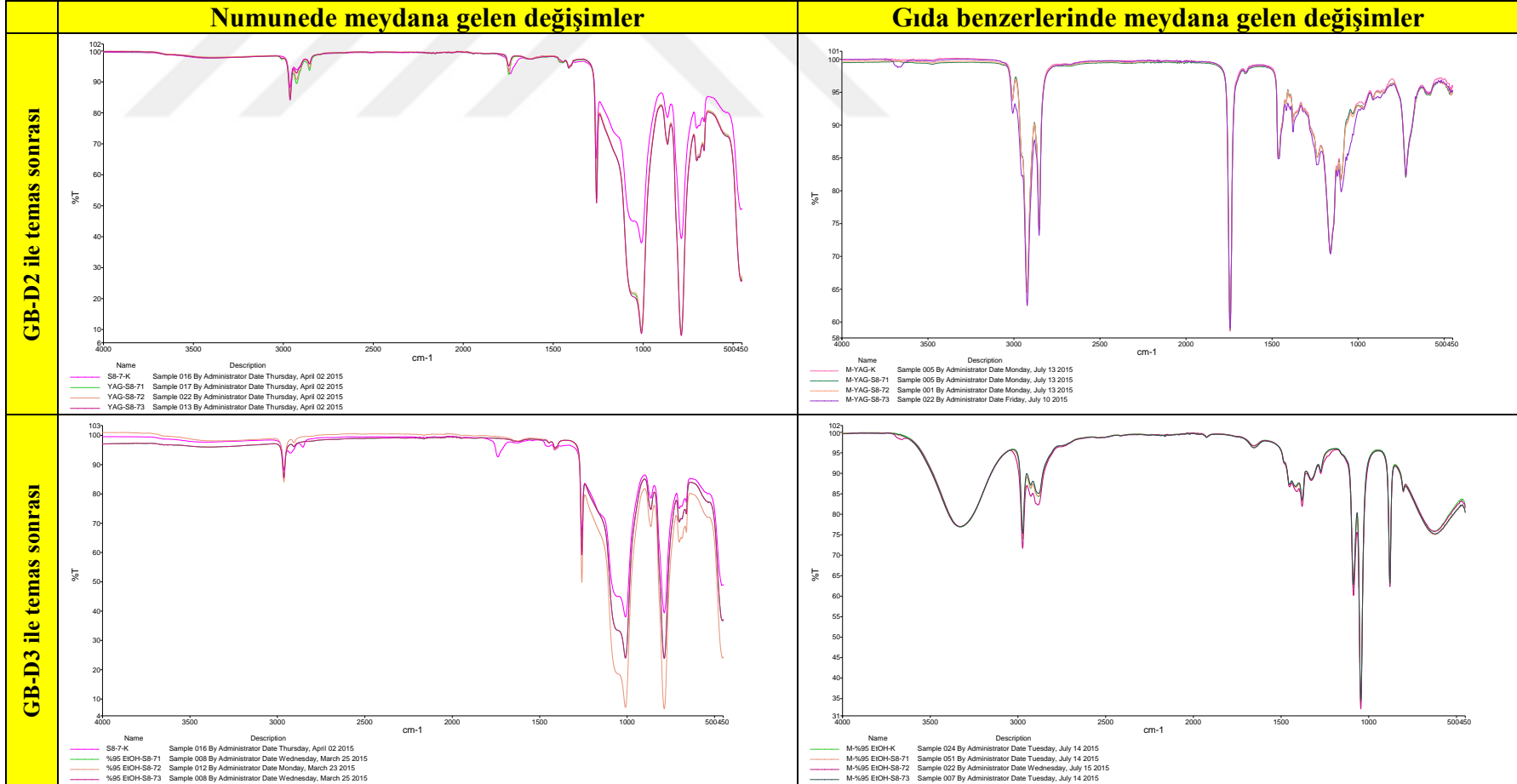
EK 51. S8-6 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



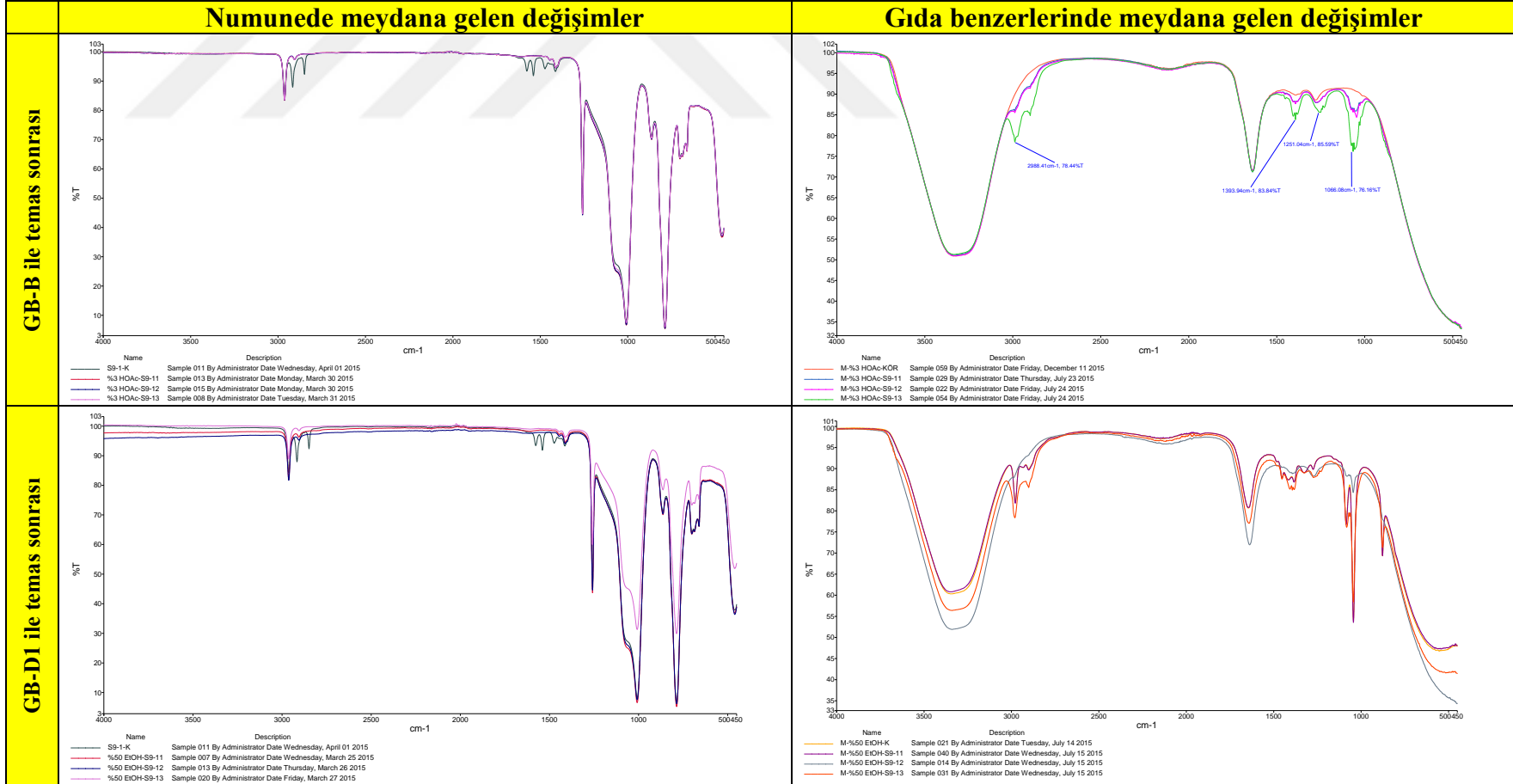
EK 52. S8-7 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



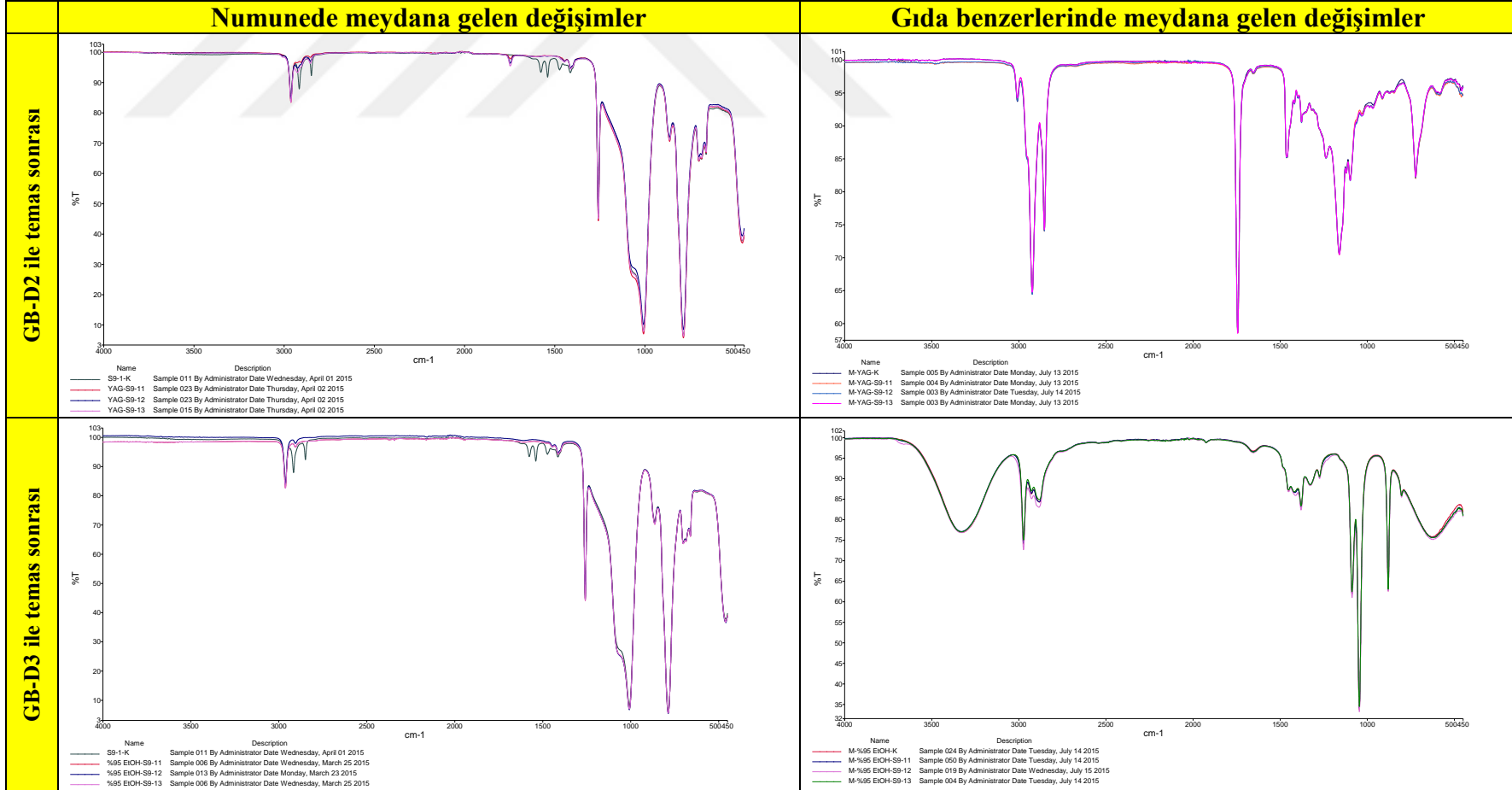
EK 52. S8-7 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



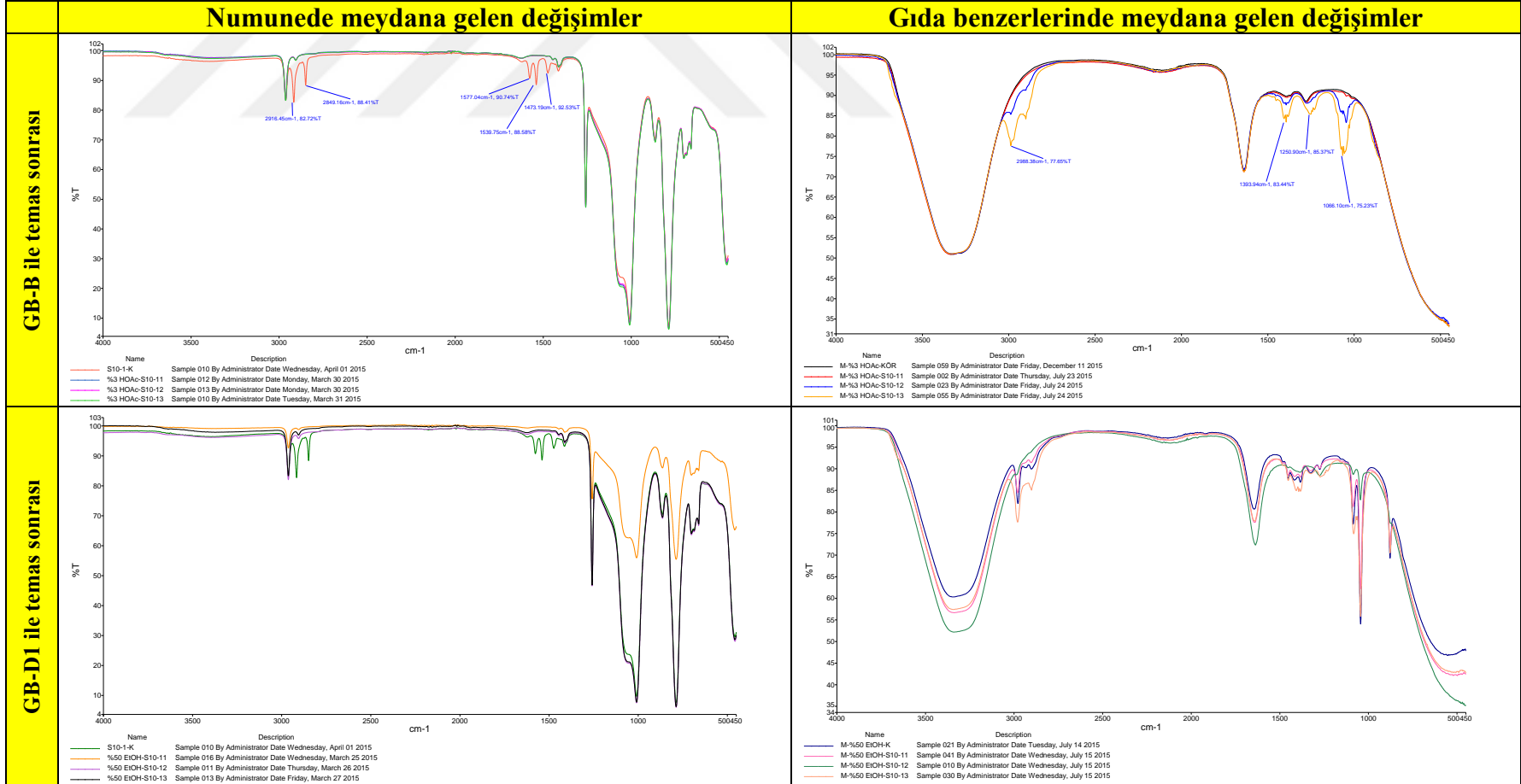
EK 53. S9-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



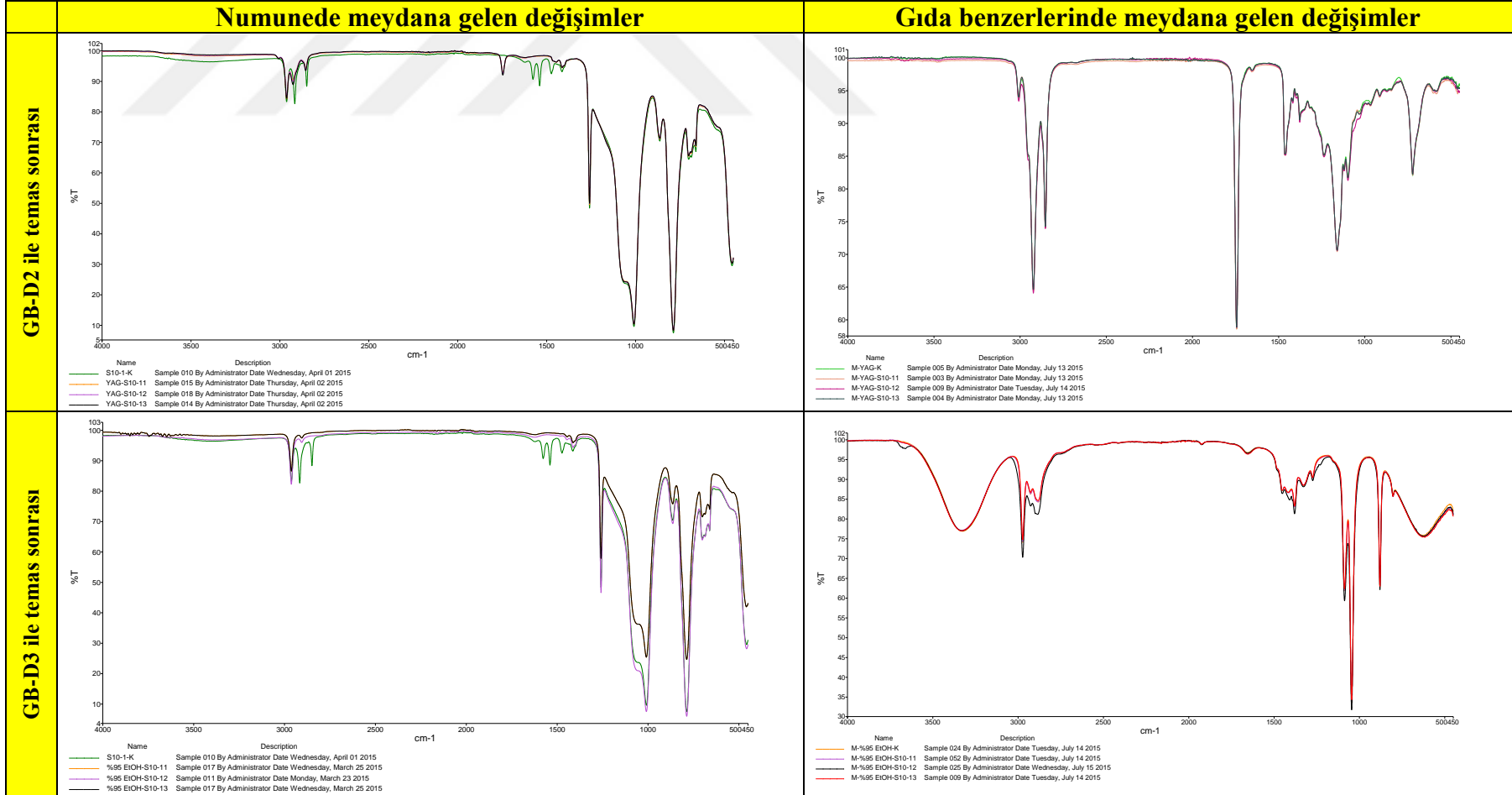
EK 53. S9-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



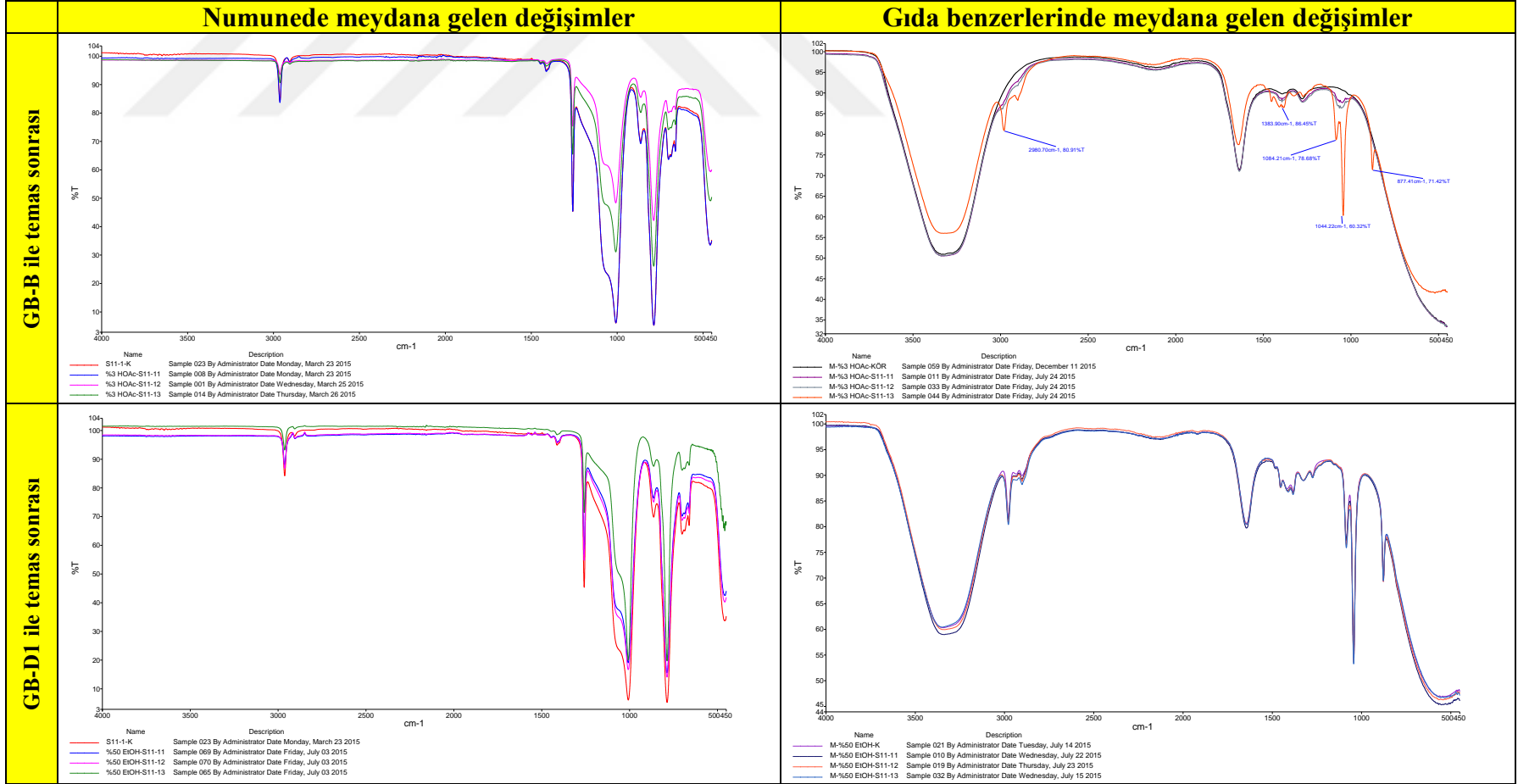
EK 54. S10-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



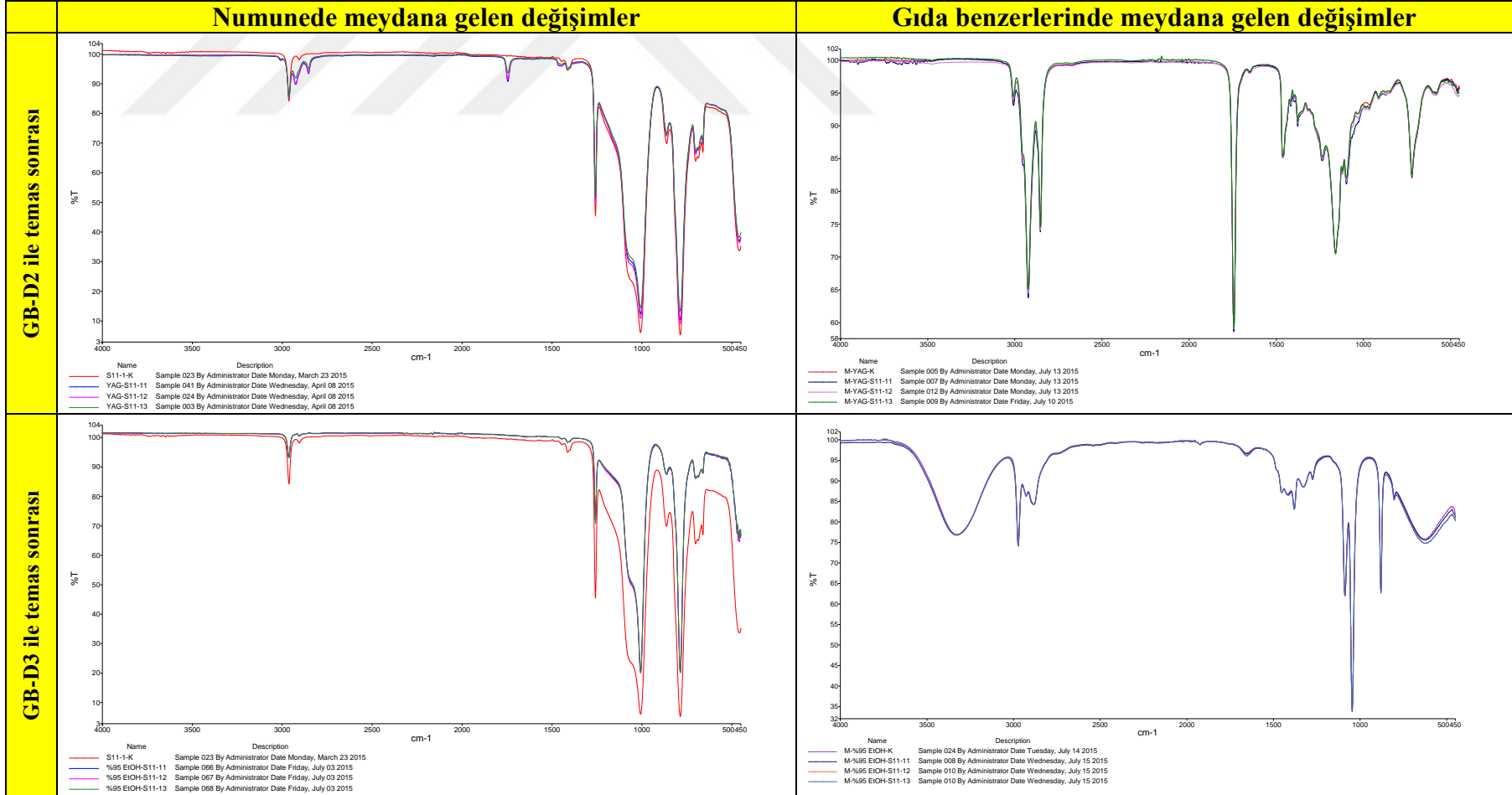
EK 54. S10-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



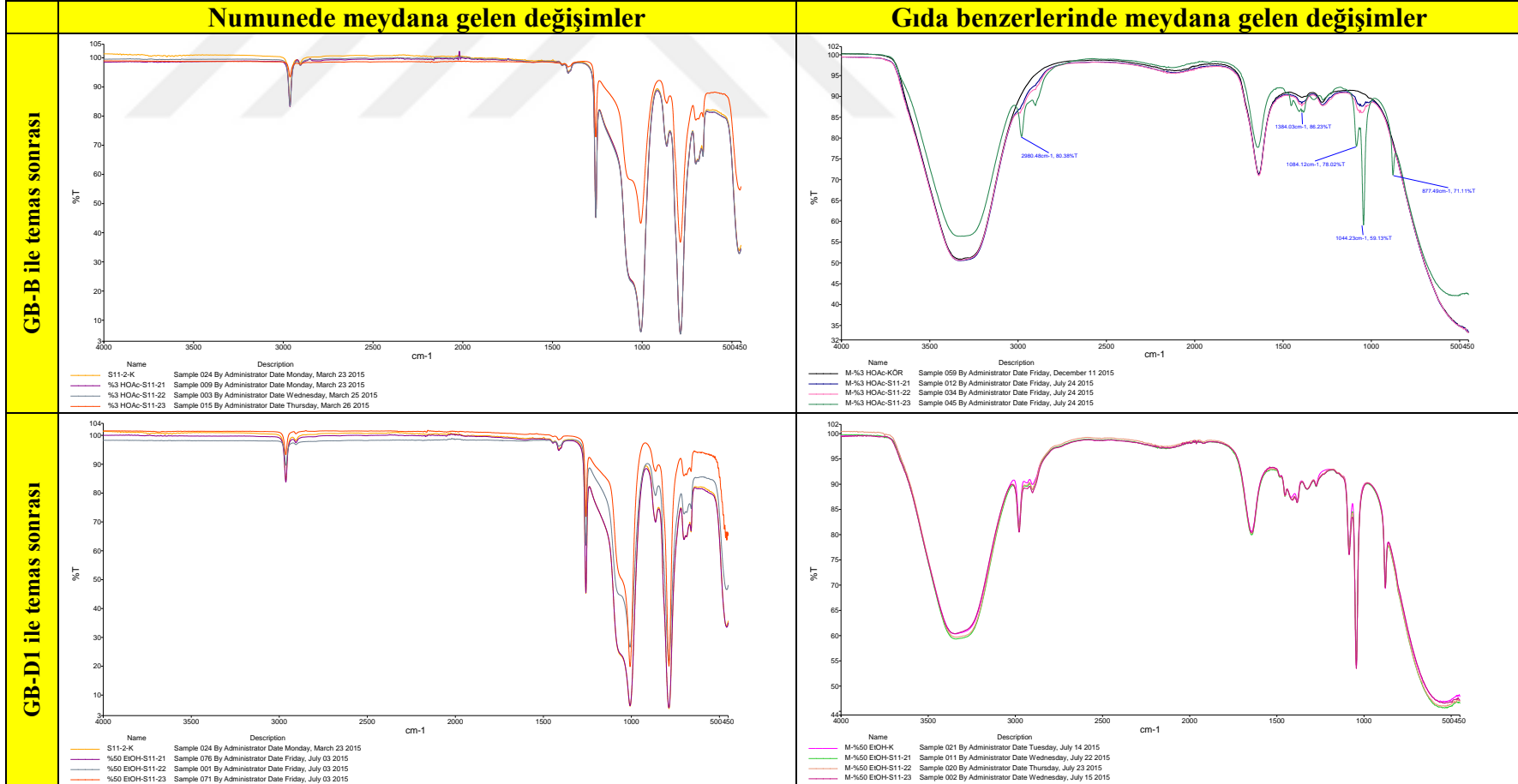
EK 55. S11-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



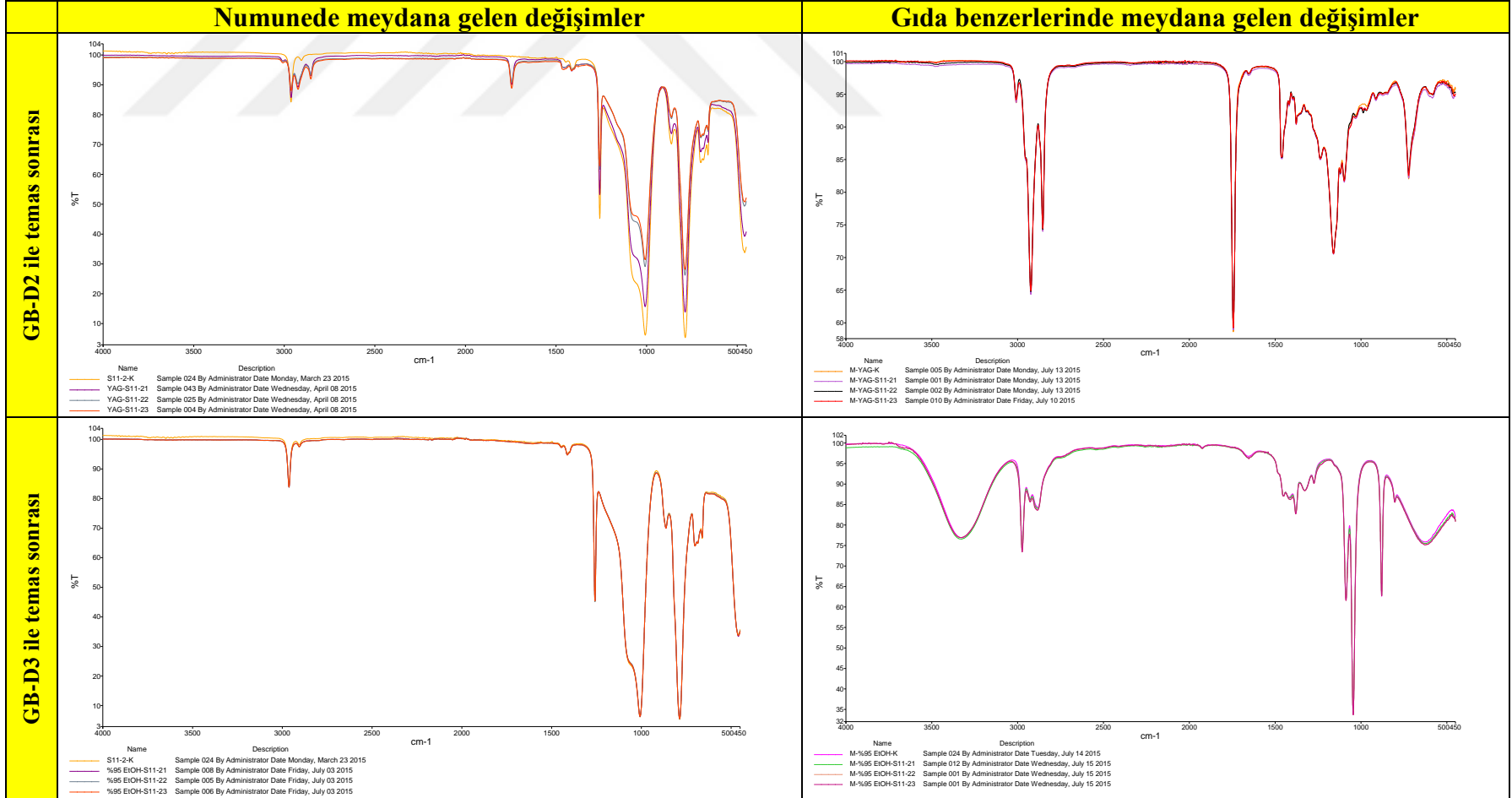
EK 55. S11-1 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



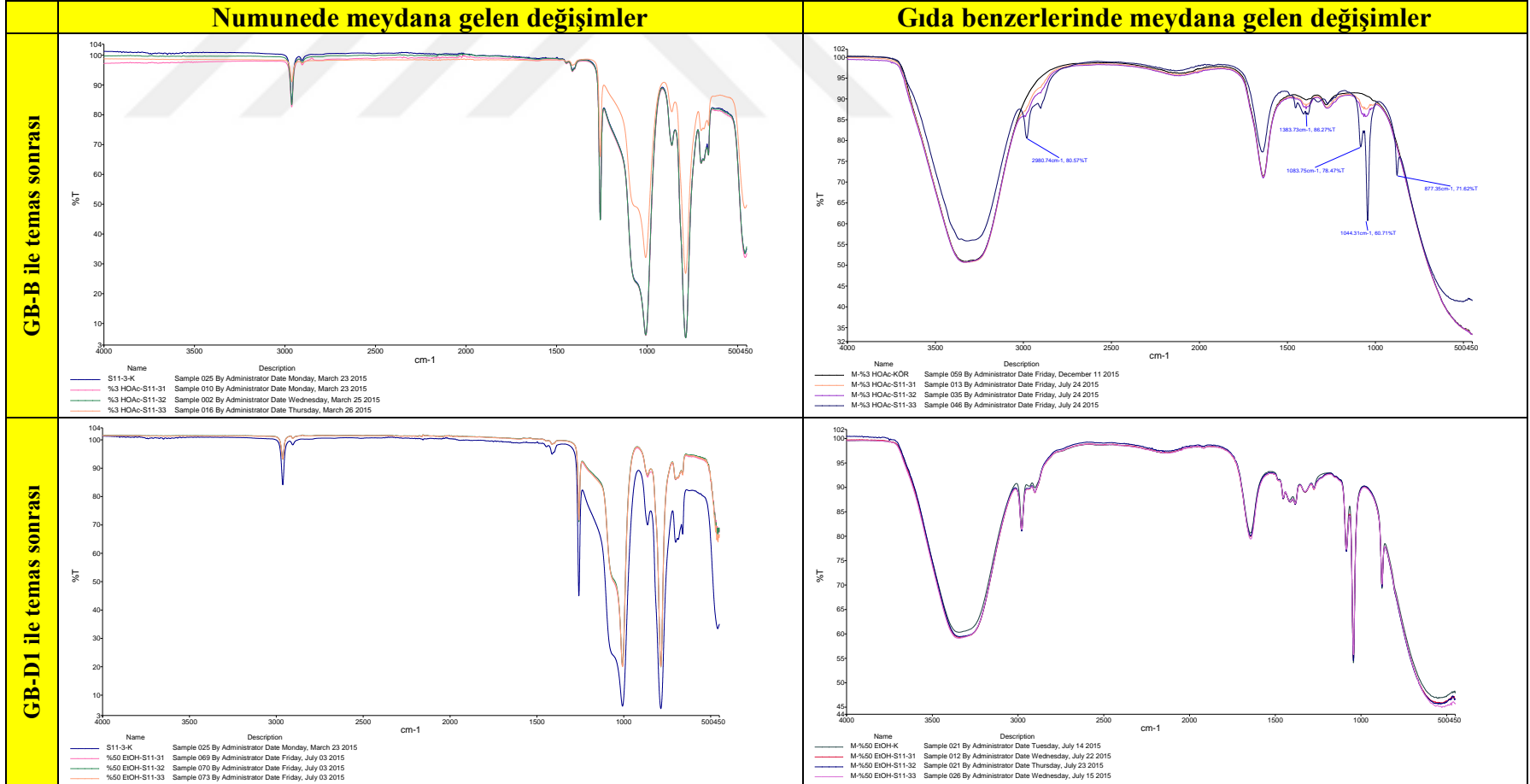
EK 56. S11-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



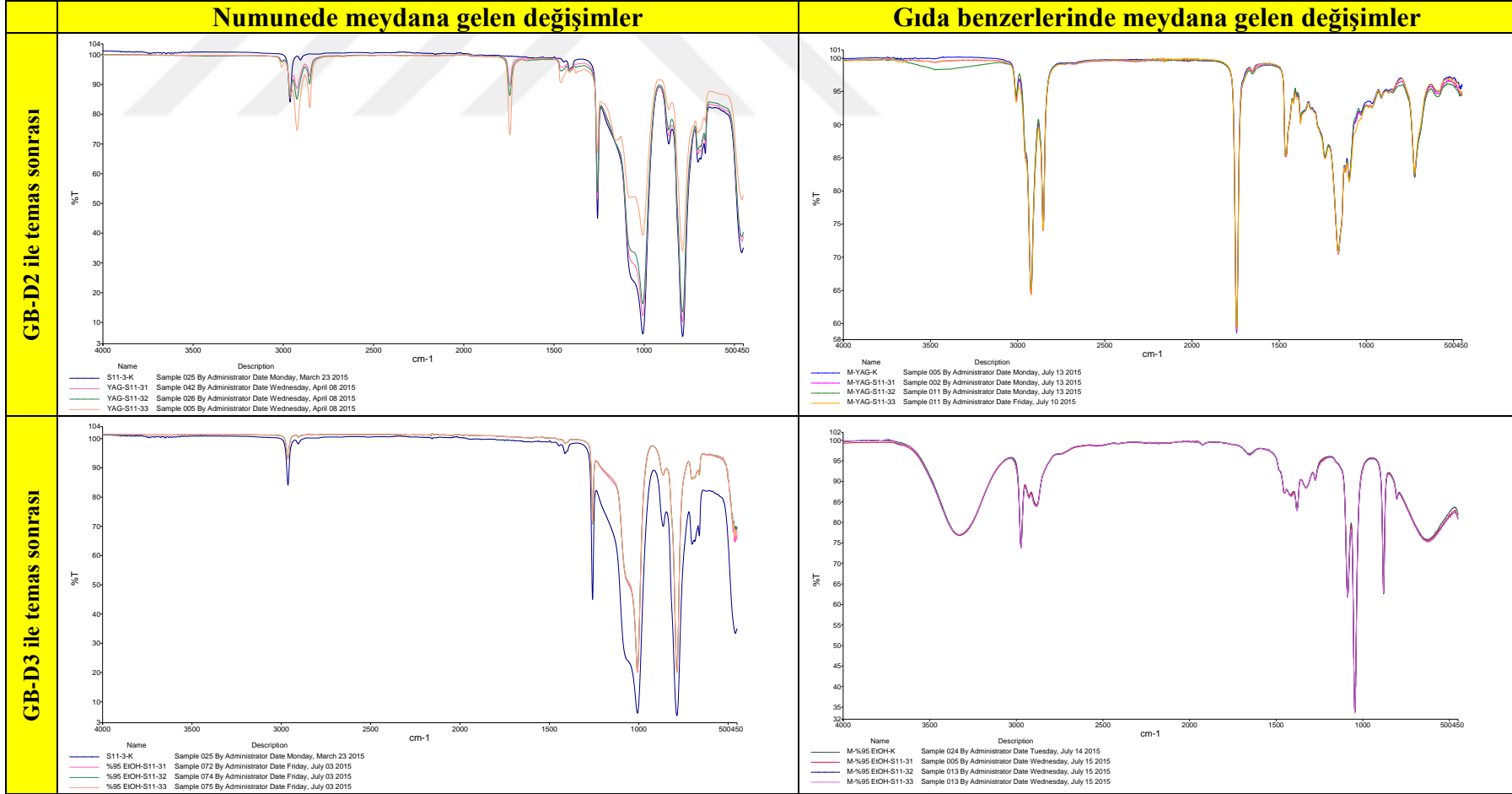
EK 56. S11-2 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



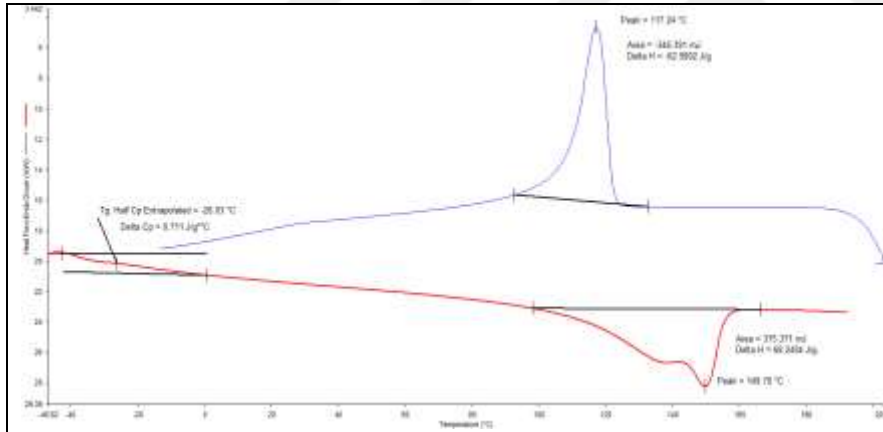
EK 57. S11-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler.



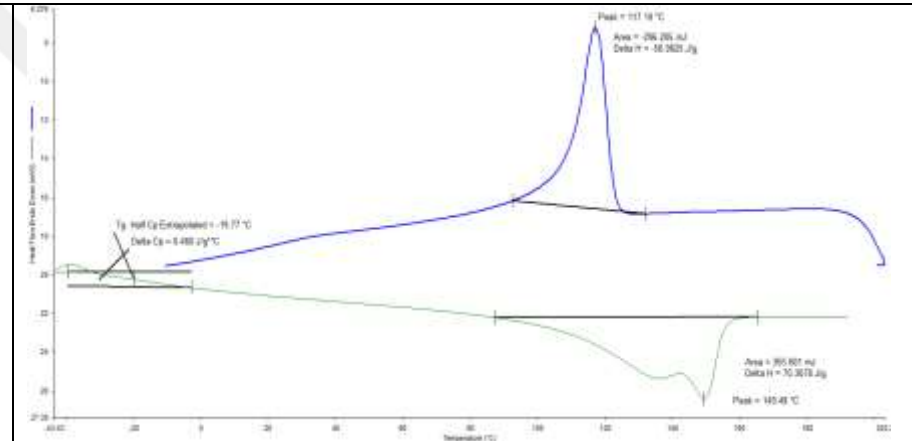
EK 57. S11-3 nolu numunenin gıda benzerleri ile teması sonucu numune ve gıda benzerlerinde meydana gelen değişimler (devam).



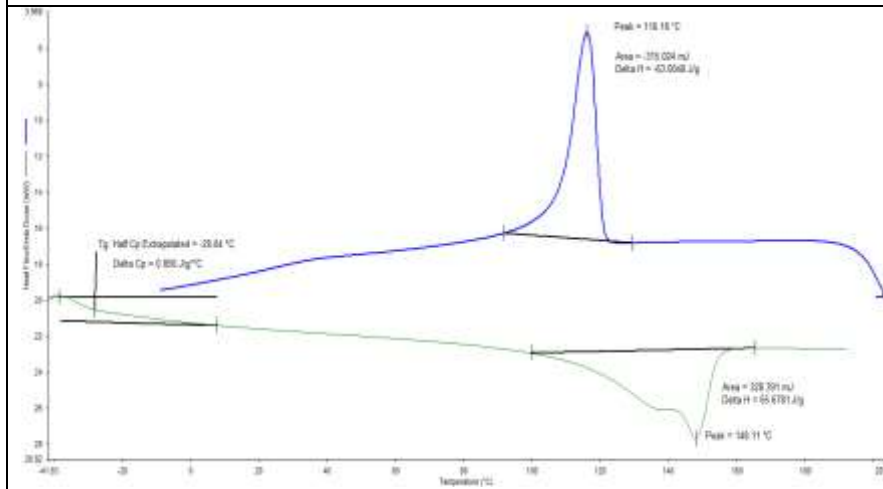
EK 58. P1, P2, P3 ve P4 kodlu plastik numunelerin DSC termogramları



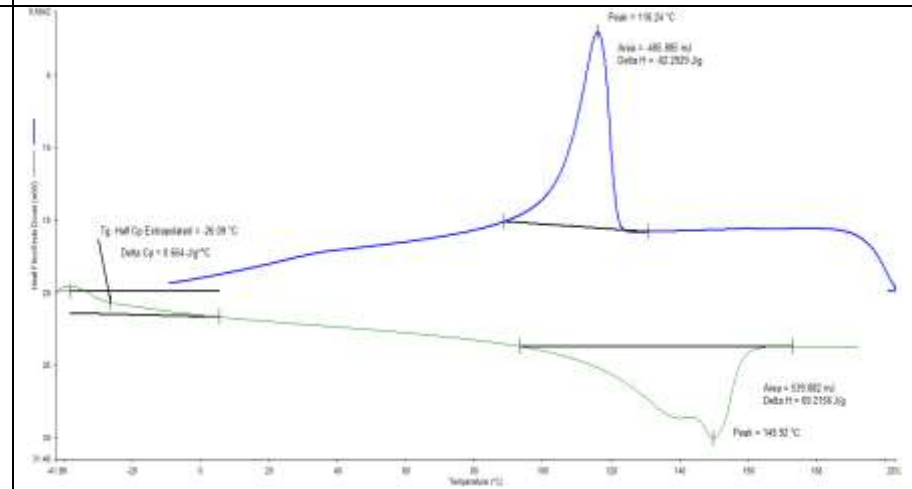
P1



P2

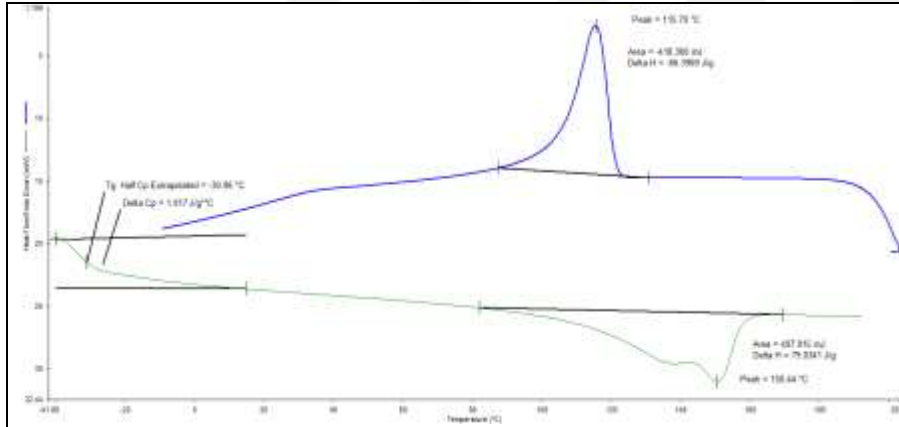


P3

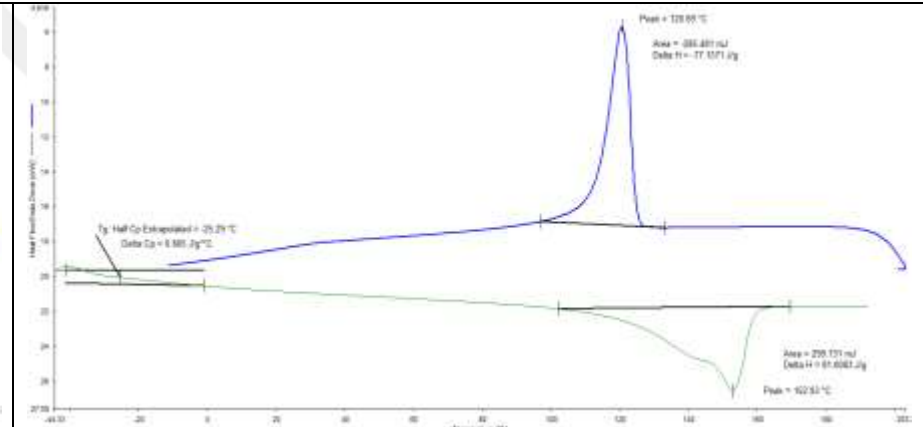


P4

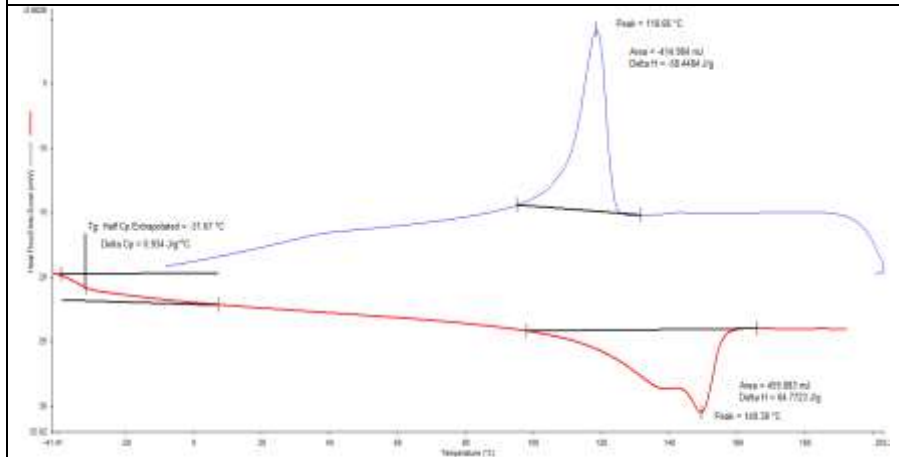
EK 59. P5, P6, P7 ve P8-1 kodlu plastik numunelerin DSC termogramları



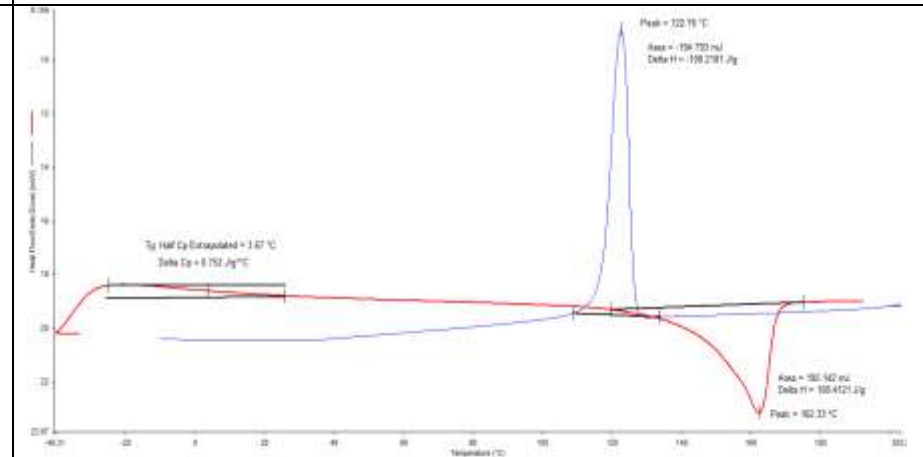
P5



P6

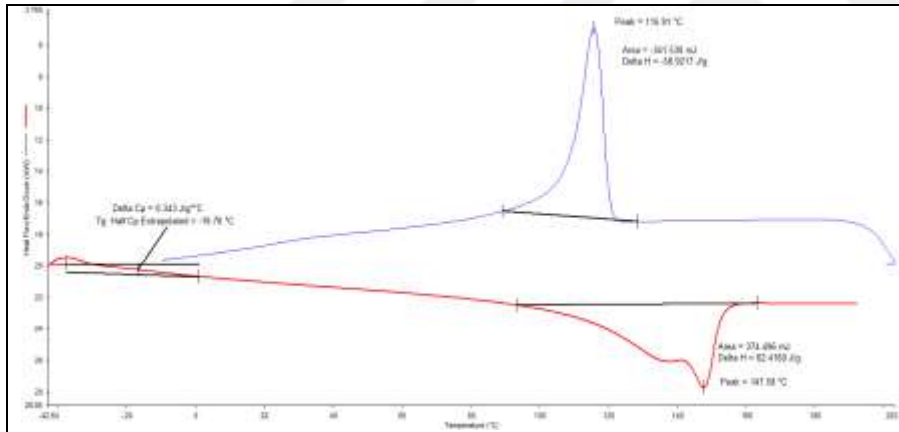


P7

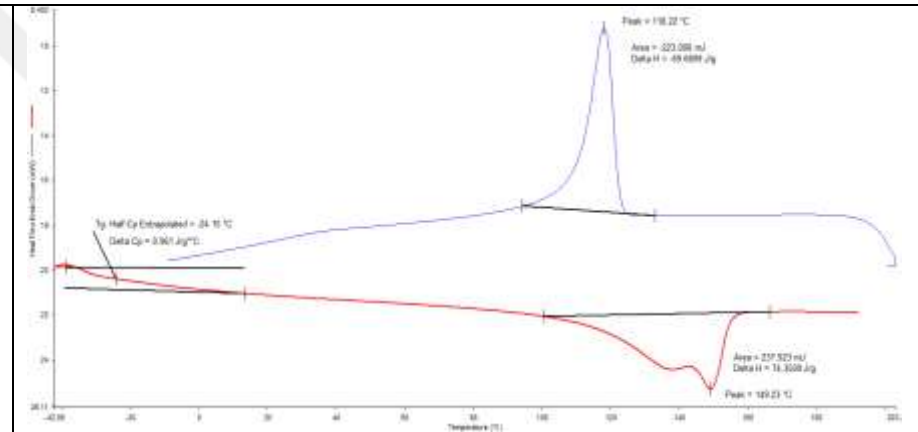


P8-1

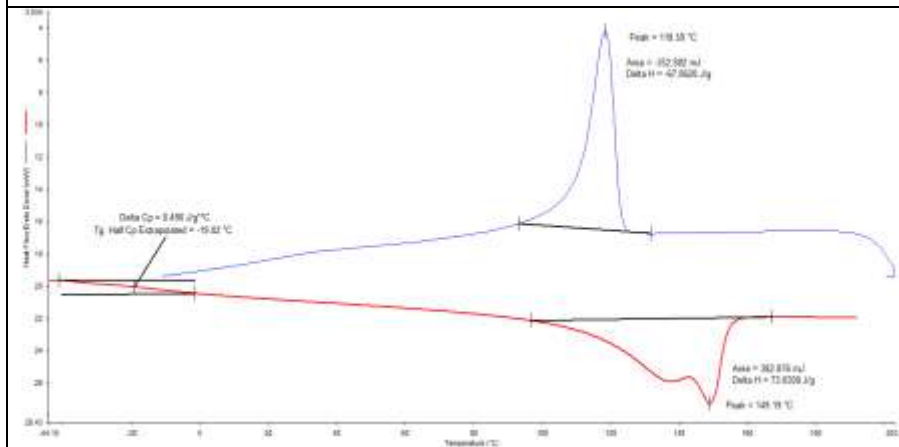
EK 60. P8-2, P9, P10-1 ve P10-2 kodlu plastik numunelerin DSC termogramları



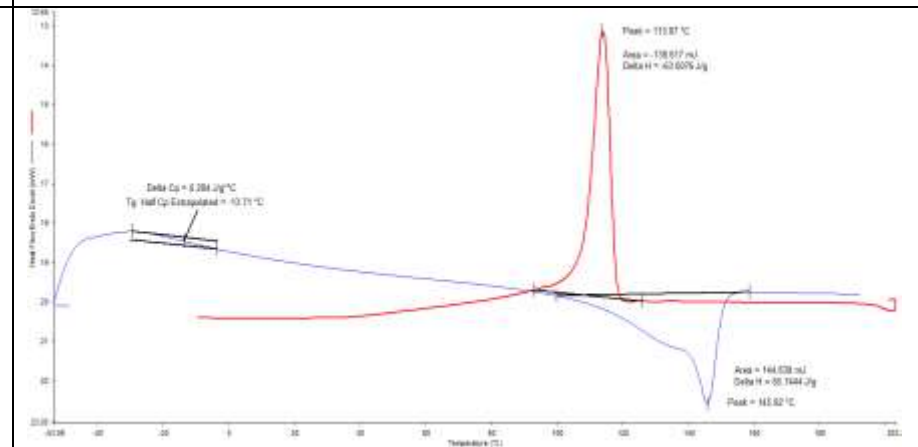
P8-2



P9

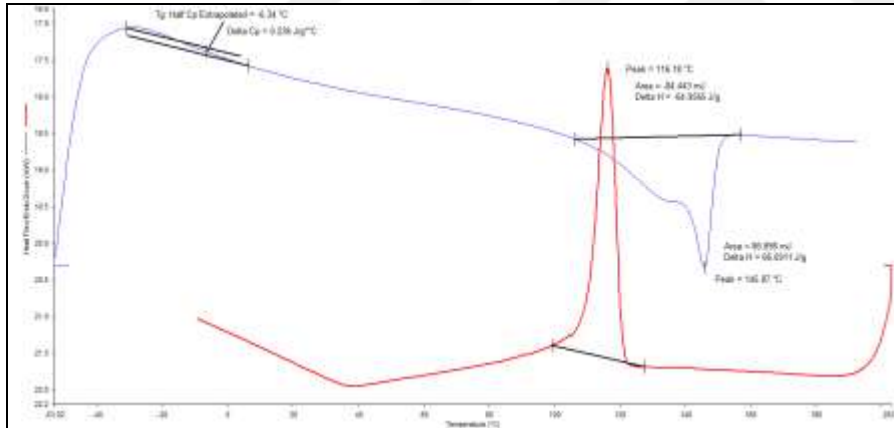


P10-1

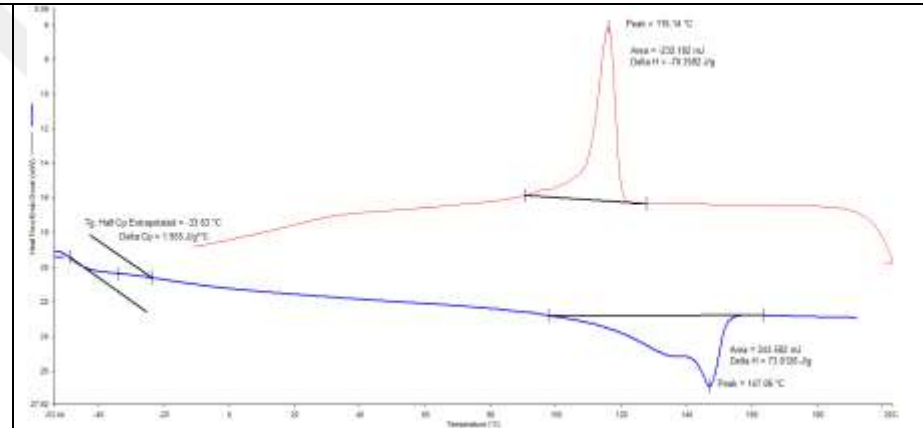


P10-2

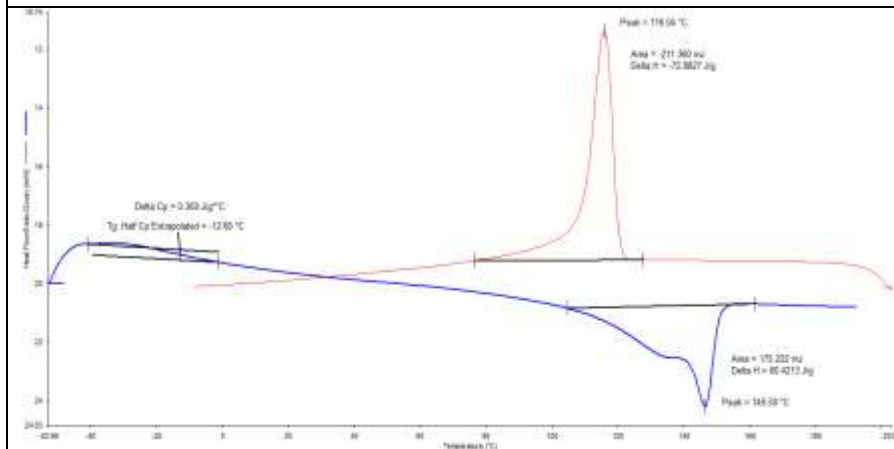
EK 61. P10-3, P10-4, P10-5 ve P11 kodlu plastik numunelerin DSC termogramları



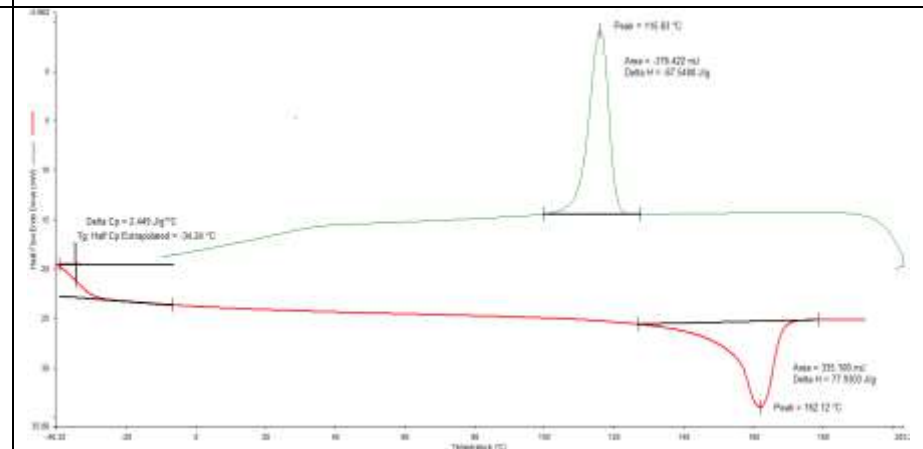
P10-3



P10-4

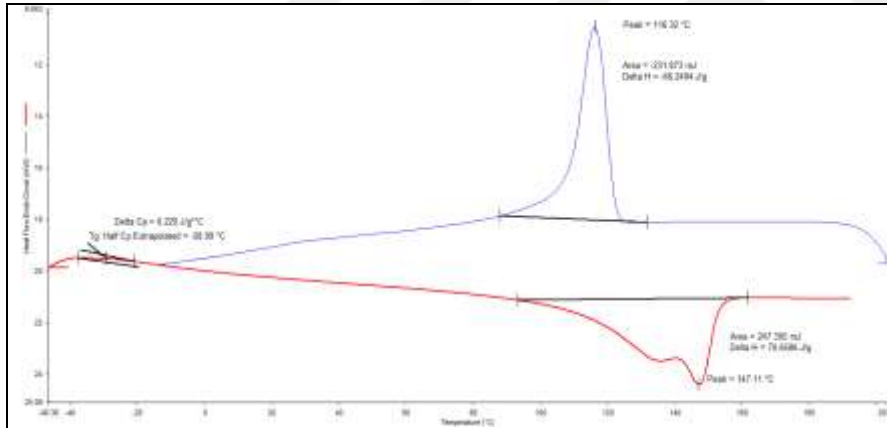


P10-5

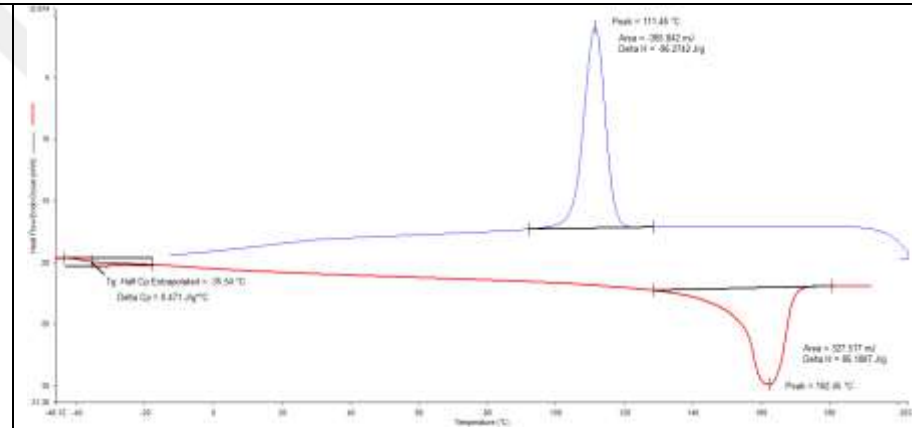


P11

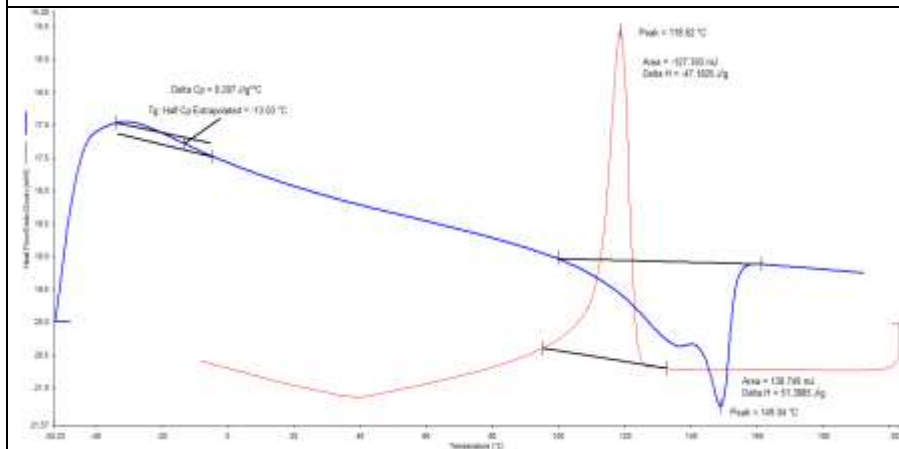
EK 62. P12, P13, P14 ve P15 kodlu plastik numunelerin DSC termogramları



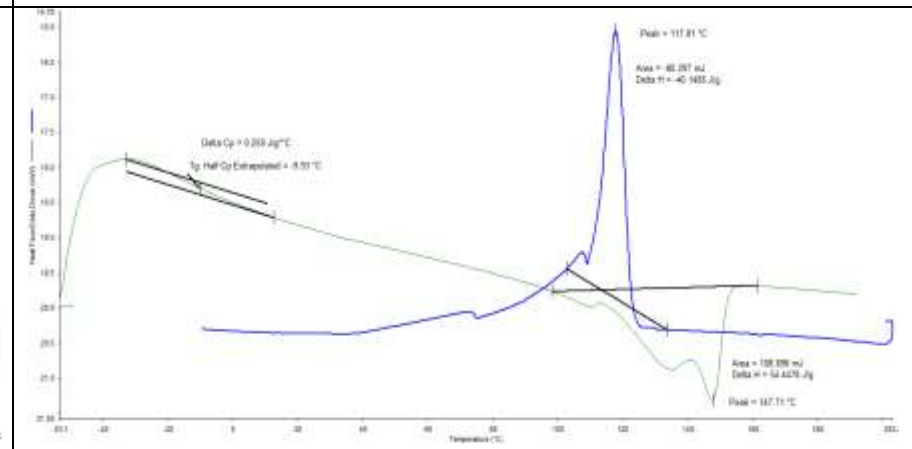
P12



P13

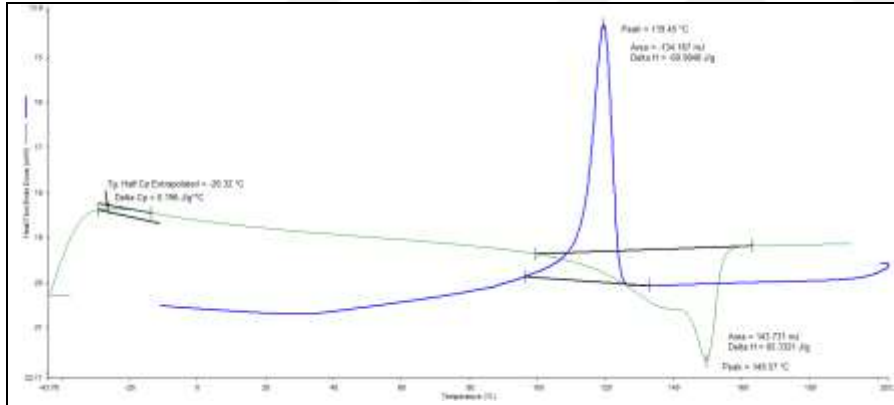


P14

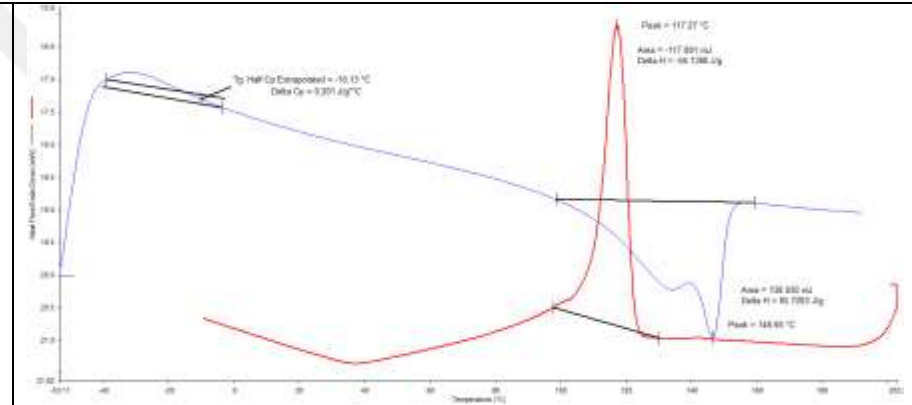


P15

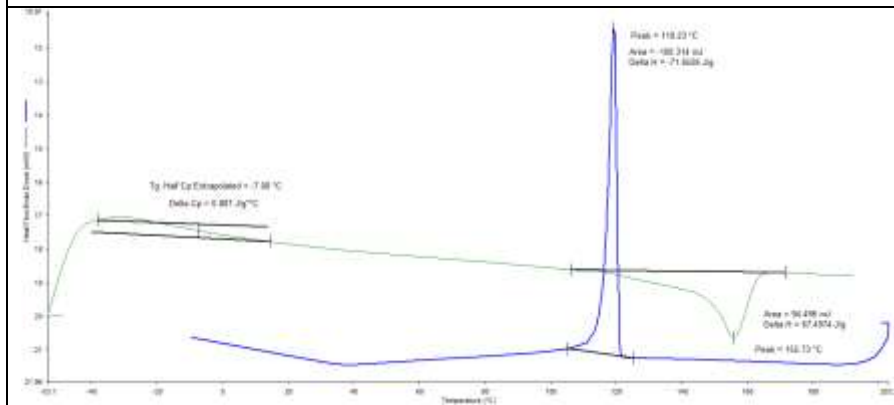
EK 63. P16, P17, P18 ve P19-1 kodlu plastik numunelerin DSC termogramları



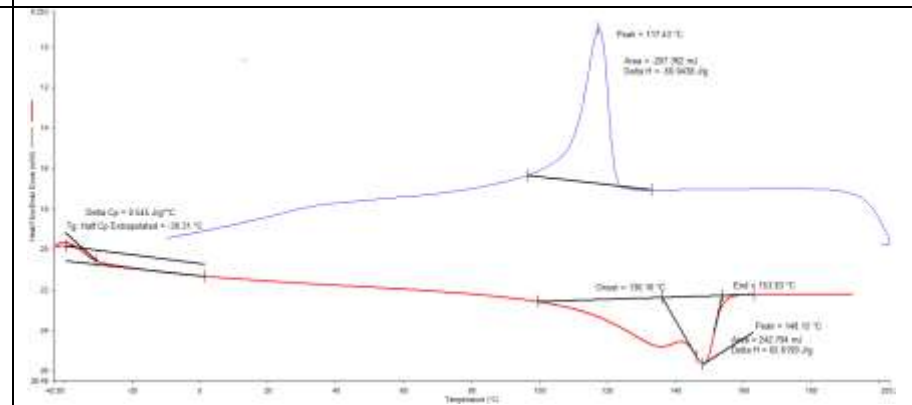
P16



P17

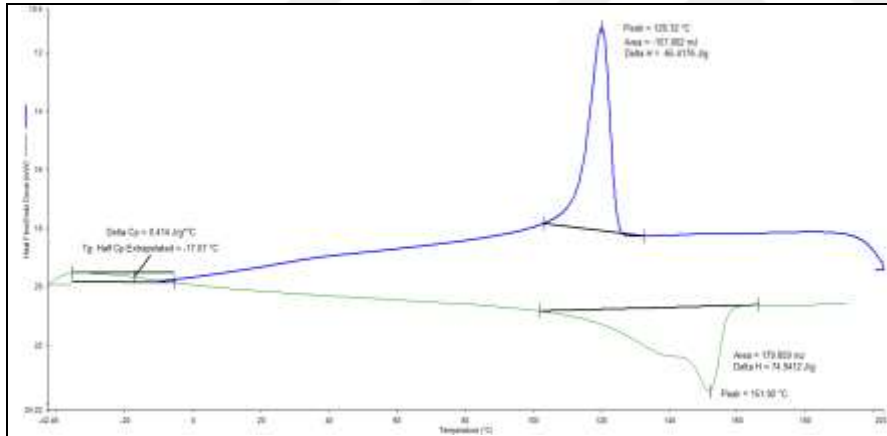


P18

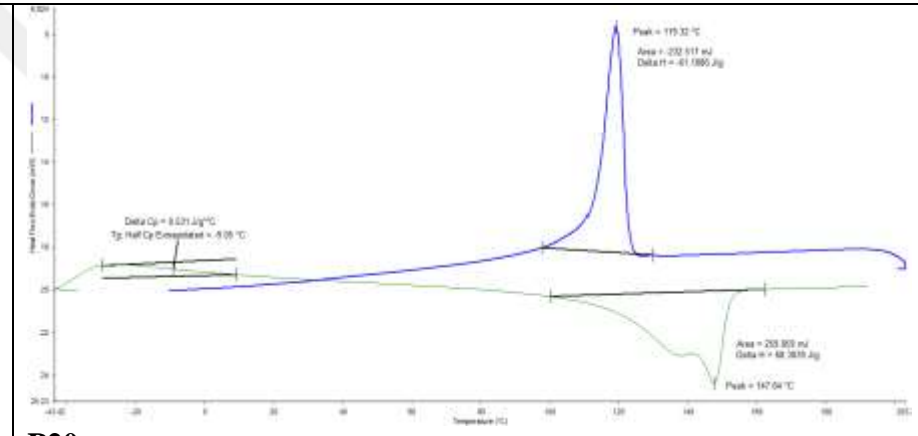


P19-1

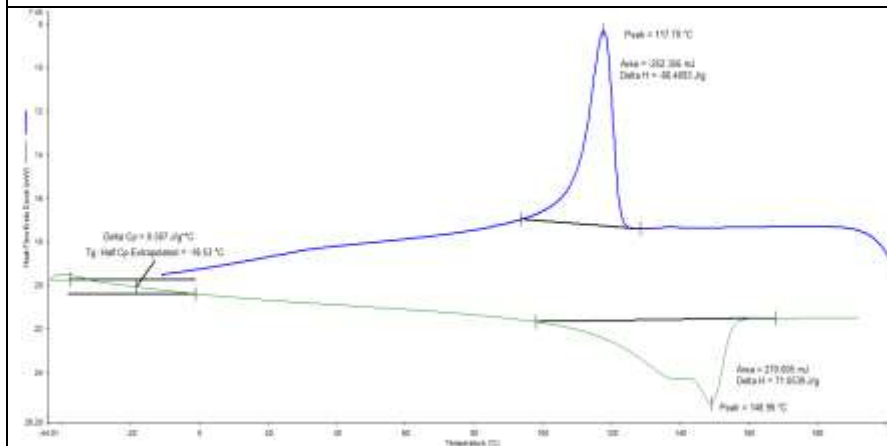
EK 64. P19-2, P20, P21 ve P22-1 kodlu plastik numunelerin DSC termogramları



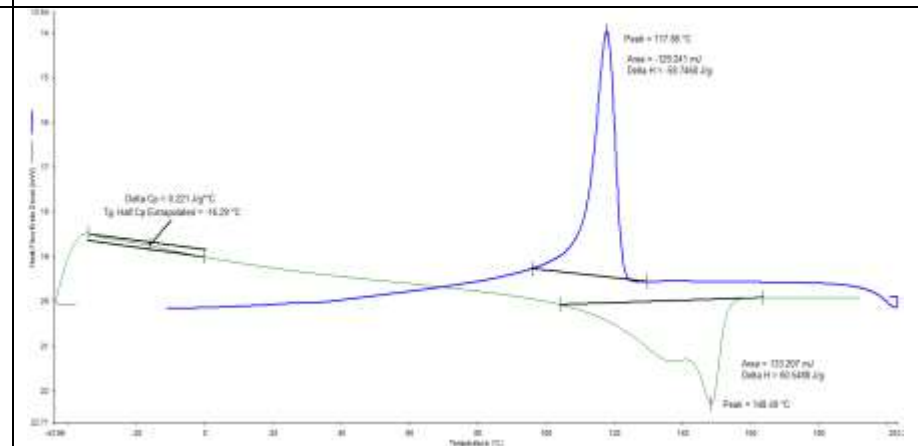
P19-2



P20

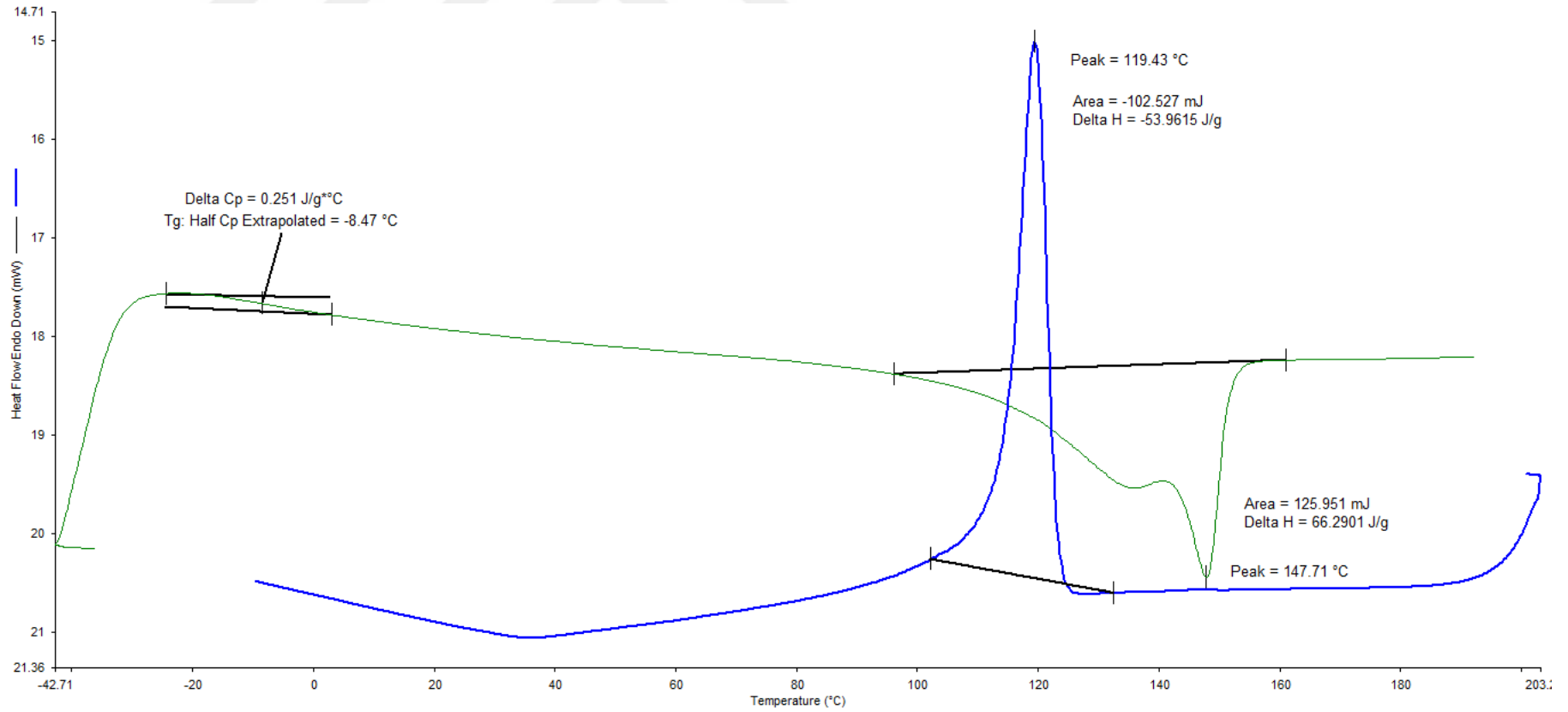


P21

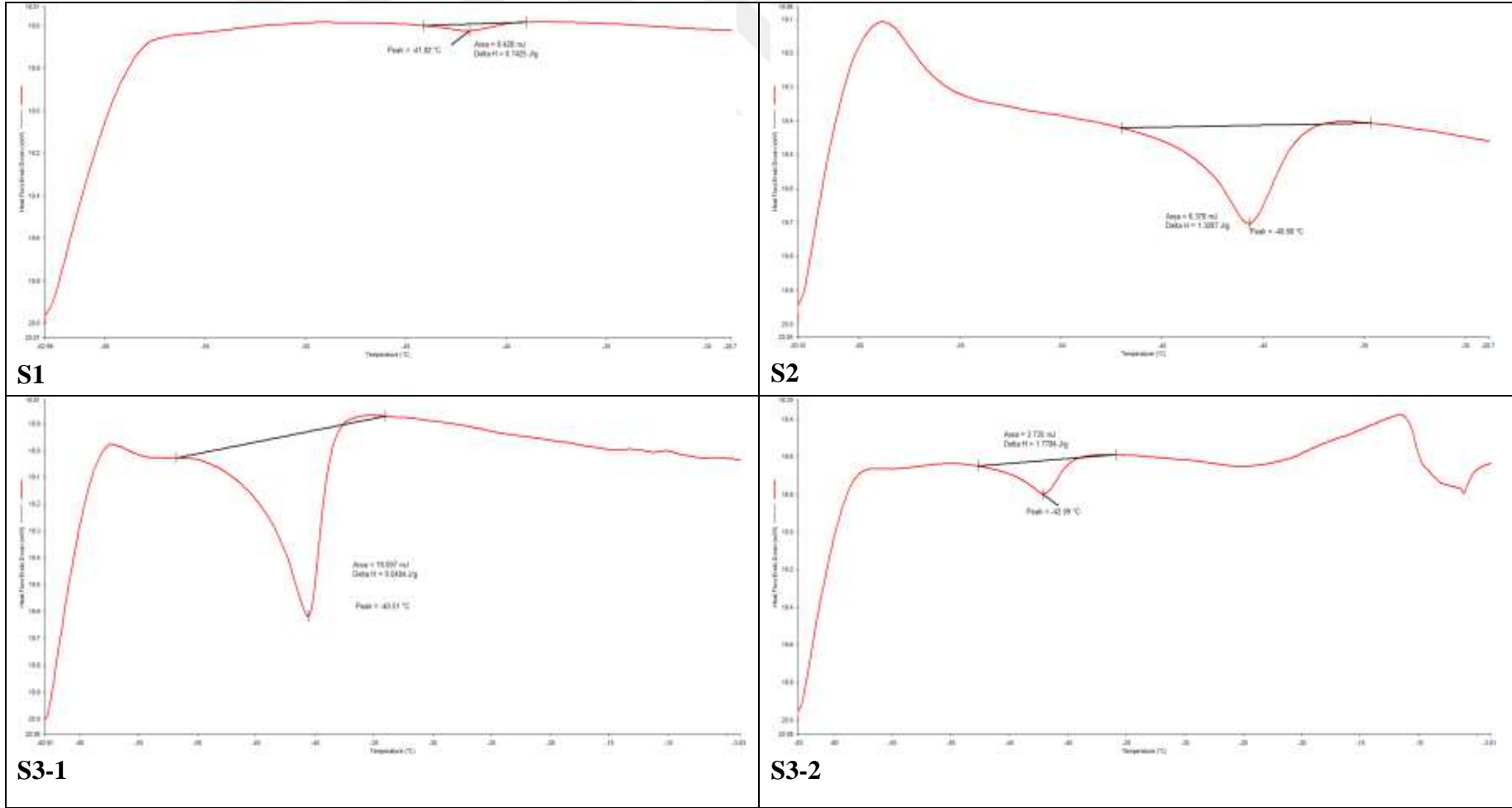


P22-1

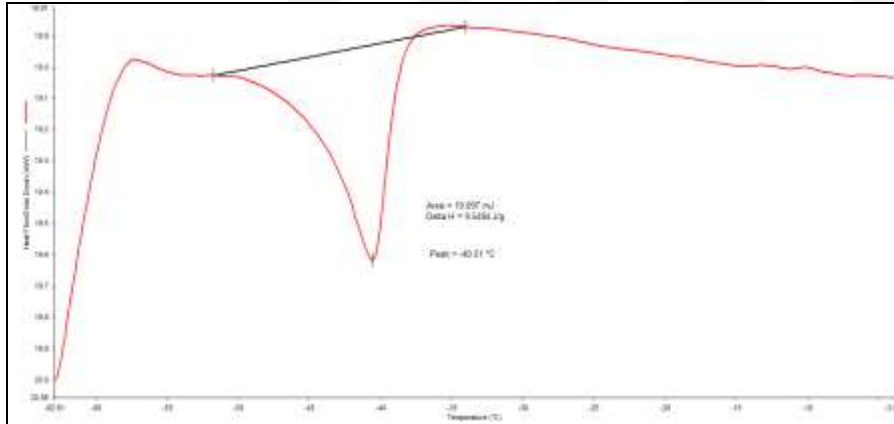
EK 65. P22-12kodlu plastik numunemin DSC termogramı



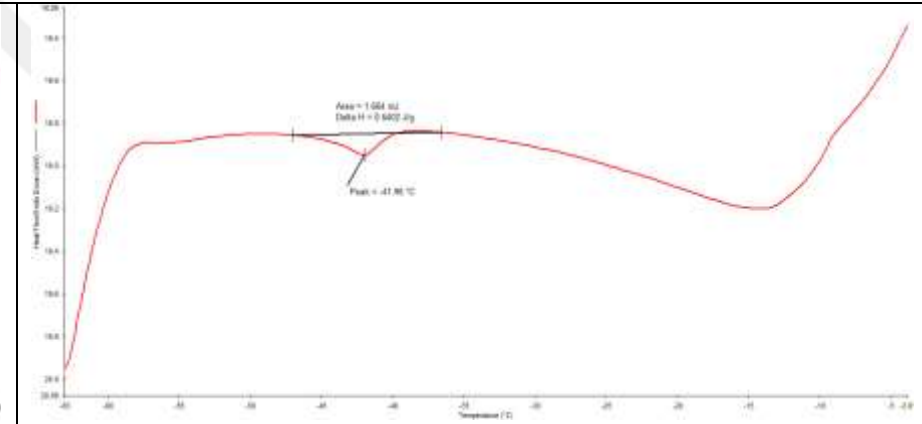
EK 66. S1, S2, S3-1 ve S3-2 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları



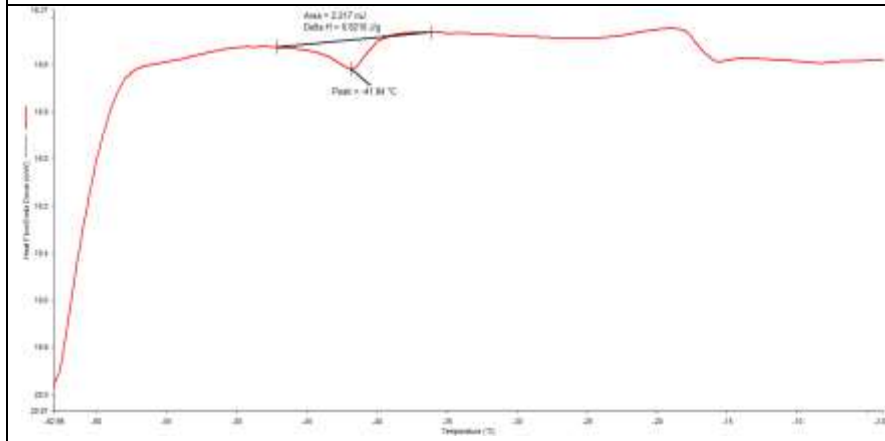
EK 67. S3-3, S3-4, S4-1 ve S4-2 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları



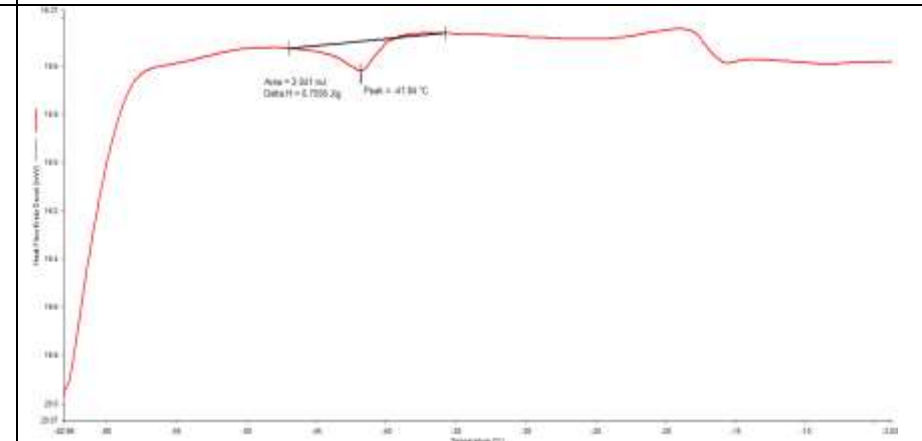
S3-3



S3-4

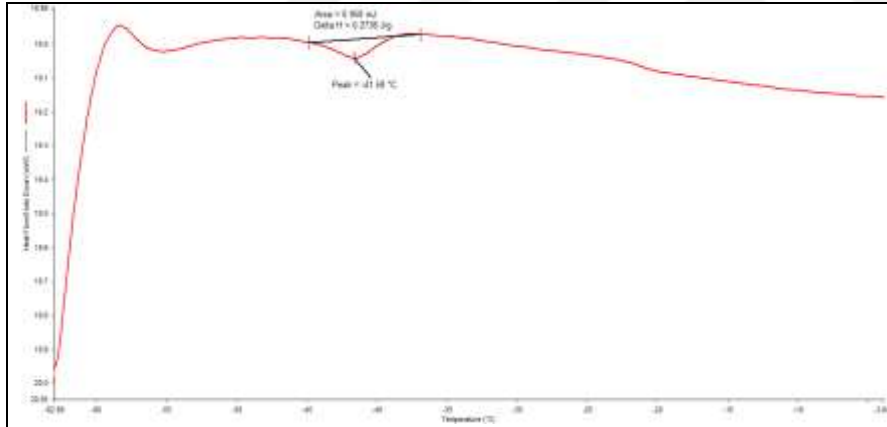


S4-1

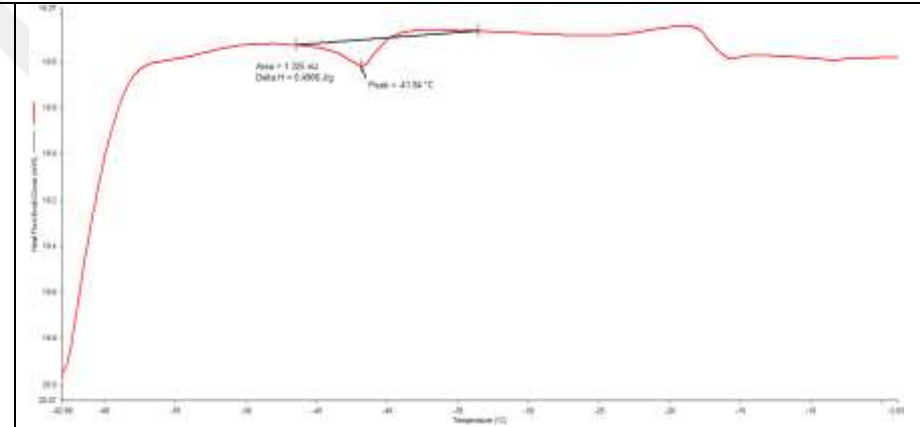


S4-2

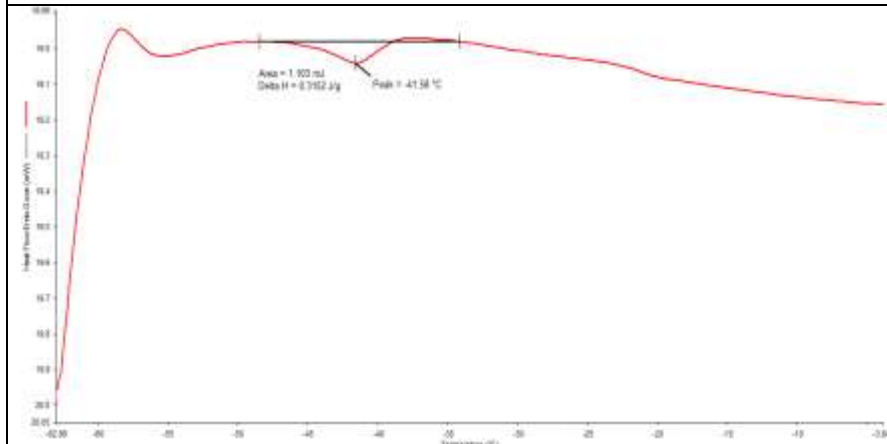
EK 68. S4-3, S4-4, S4-5 ve S5 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları



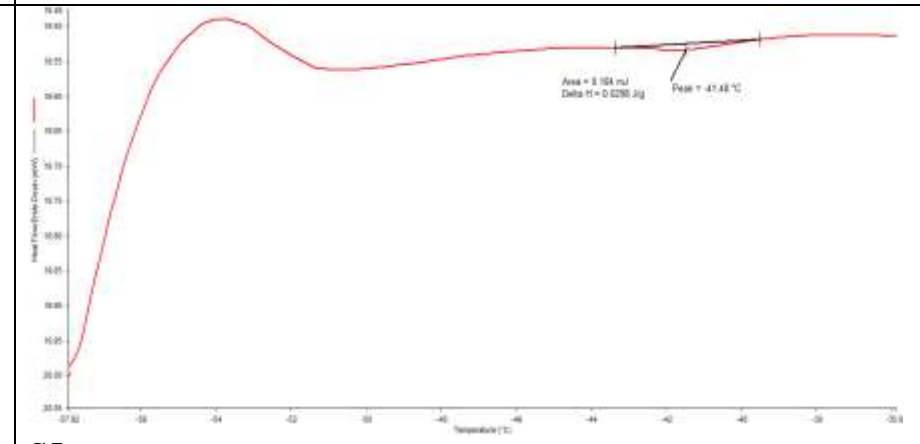
S4-3



S4-4

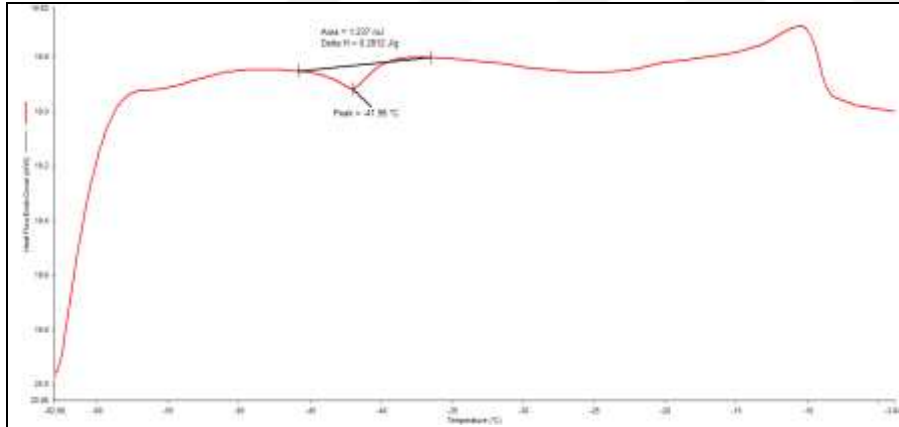


S4-5

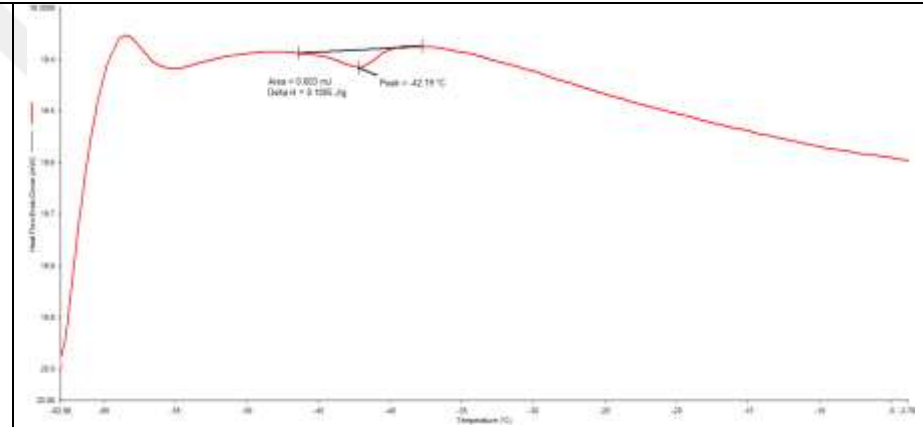


S5

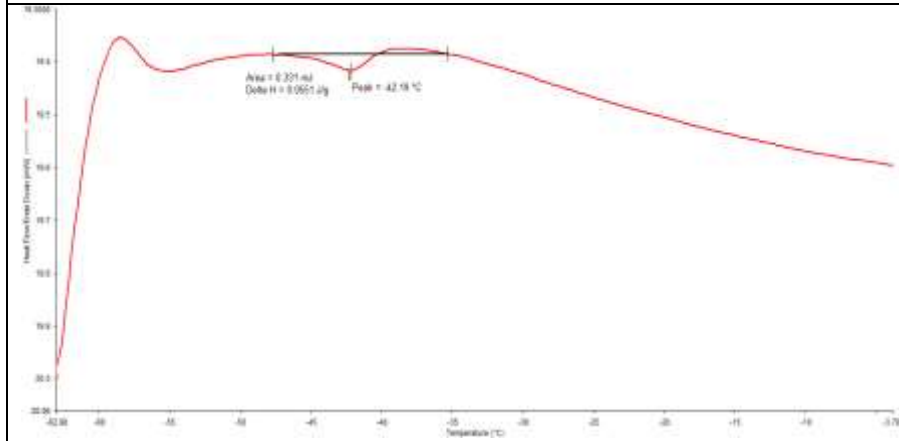
EK 69. S6, S7-1, S7-2 ve S7-3 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları



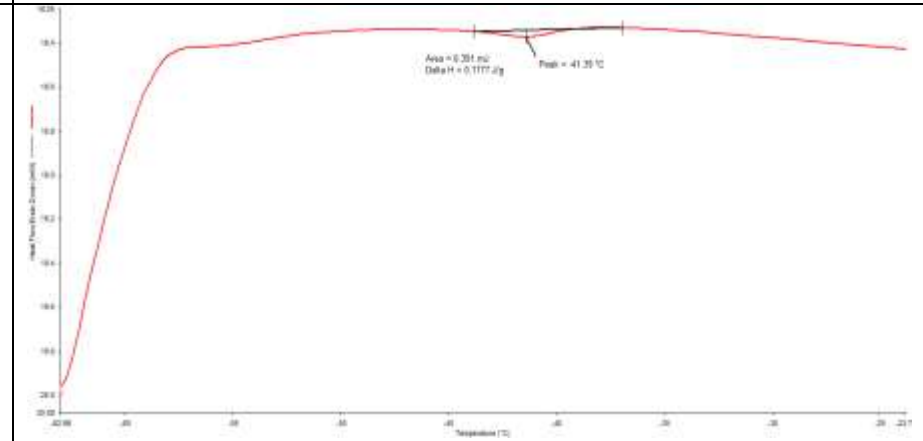
S6



S7-1

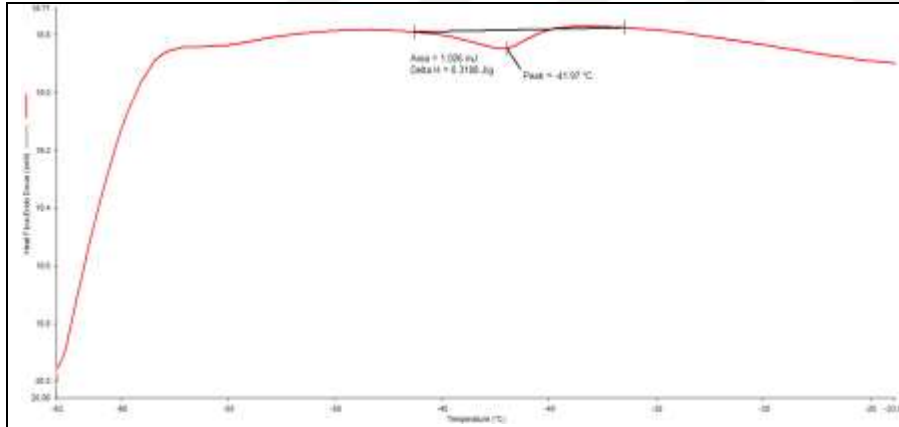


S7-2

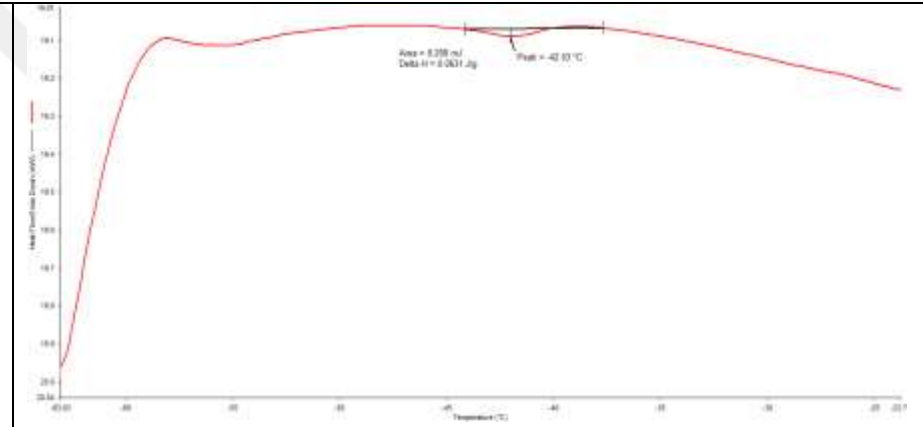


S7-3

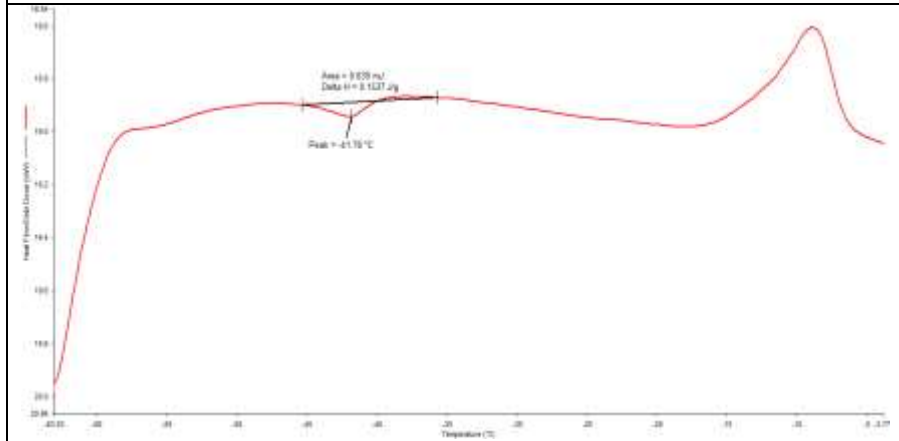
EK 70. S8-1, S8-2, S8-3 ve S8-4 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları



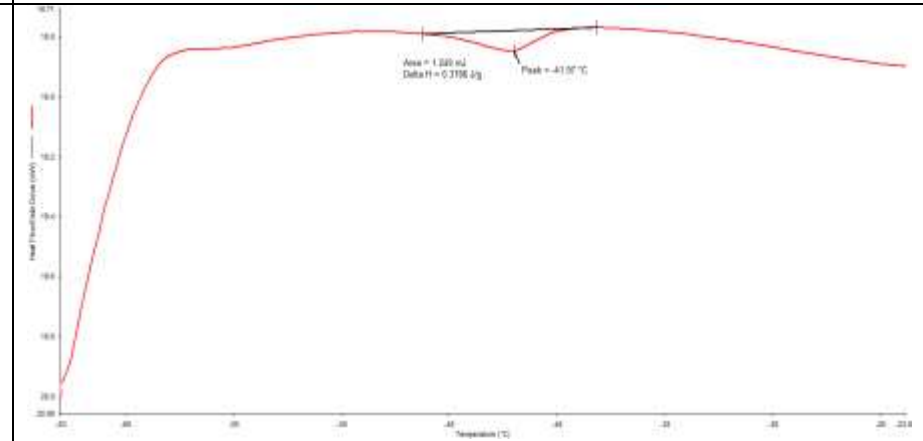
S8-1



S8-2

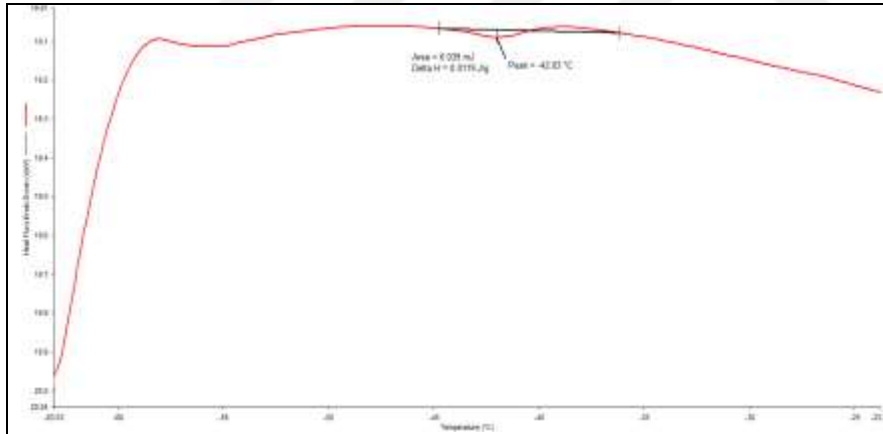


S8-3

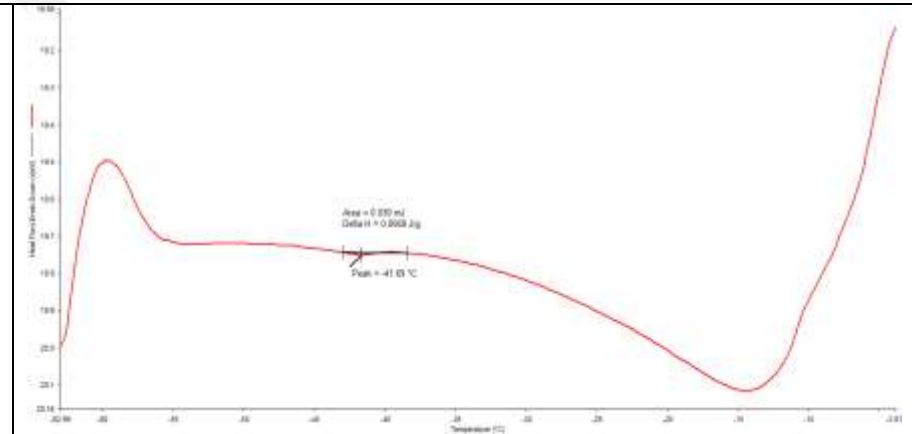


S8-4

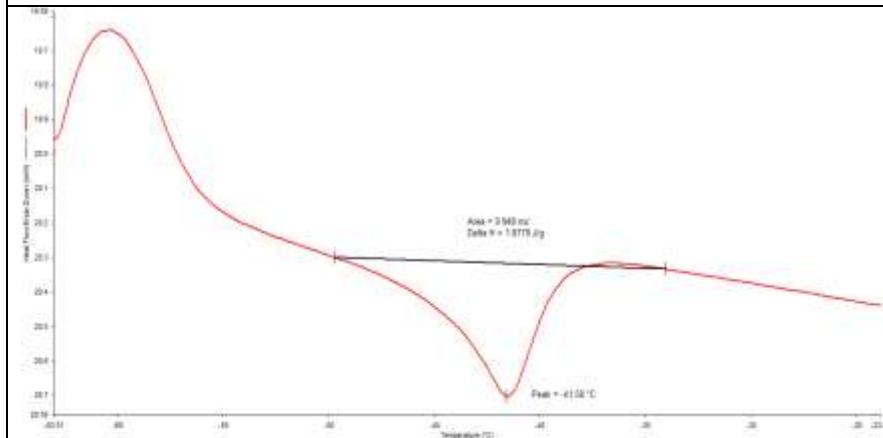
EK 71. S8-5, S8-6, S8-7 ve S9 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları



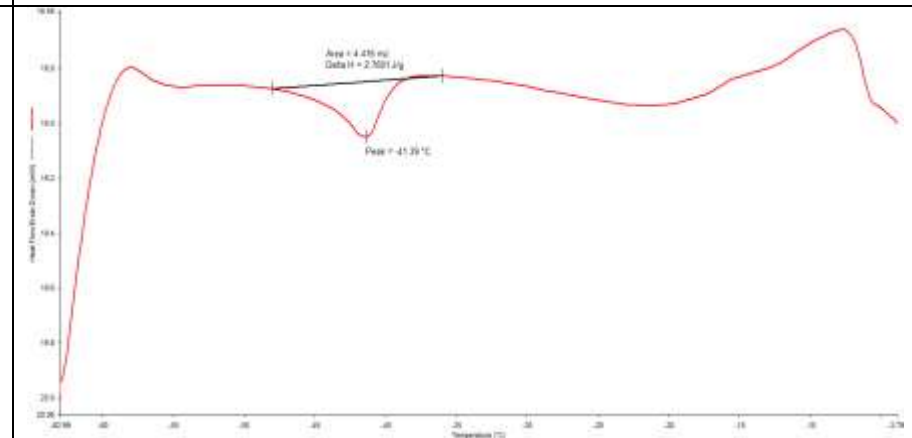
S8-5



S8-6

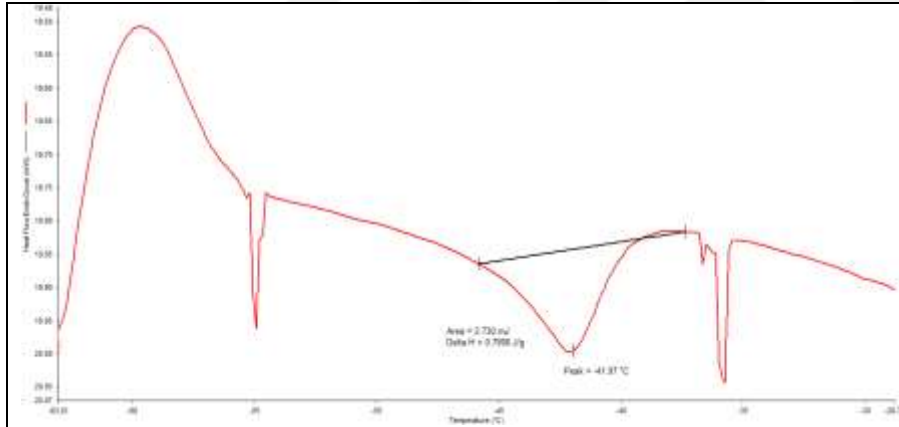


S8-7

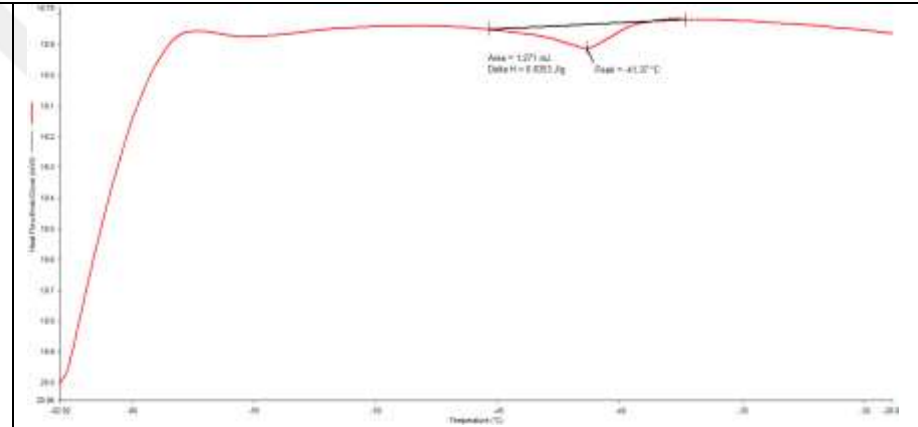


S9

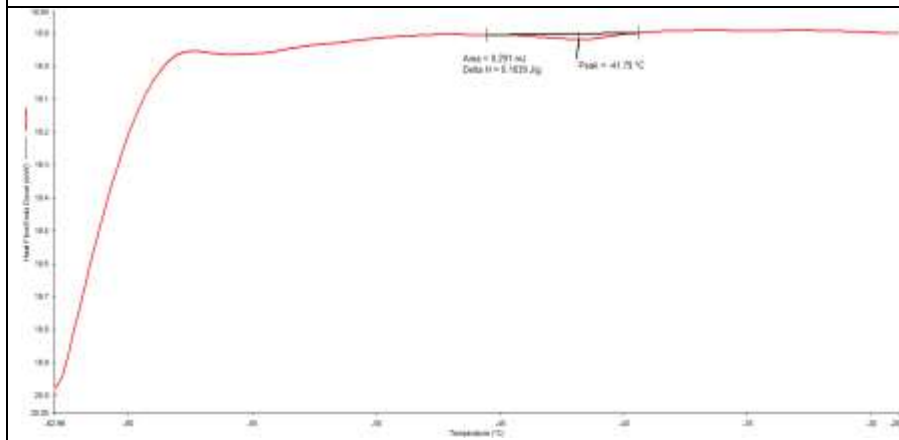
EK 72. S10, S11-1, S11-2 ve S11-3 kodlu silikon numunelerin DSC termogramları



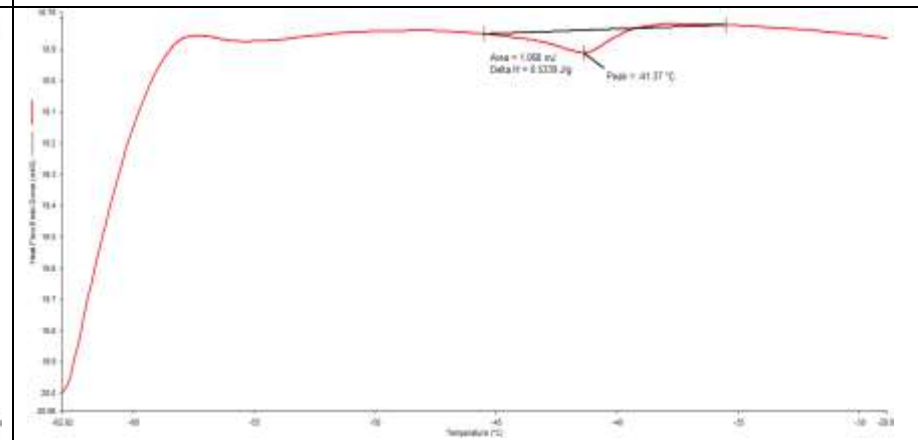
S10



S11-1



S11-2



S11-3

EK 73. P1, P2, P3 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Fe			Zn			Na		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-P1-11	0,084 ± 0,000	0,008	0,051	0,993 ± 0,015	0,099	0,596	1,031 ± 0,002	0,103	0,619
GB-B-P1-12	0,075 ± 0,011	0,008	0,045	0,265 ± 0,001	0,027	0,159	0,864 ± 0,099	0,086	0,518
GB-B-P1-13	0,052 ± 0,001	0,005	0,031	<LOQ			0,570 ± 0,008	0,057	0,342

GB-B-P2-11	0,151 ± 0,006	0,015	0,091	0,463 ± 0,004	0,046	0,278	1,226 ± 0,042	0,123	0,735
GB-B-P2-12	0,098 ± 0,005	0,010	0,059	0,174 ± 0,005	0,017	0,105	0,929 ± 0,043	0,093	0,557
GB-B-P2-13	0,051 ± 0,001	0,005	0,030	0,148 ± 0,002	0,015	0,089	0,766 ± 0,007	0,077	0,459

GB-B-P3-11	0,081 ± 0,002	0,008	0,049	0,239 ± 0,001	0,024	0,143	0,910 ± 0,013	0,091	0,546
GB-B-P3-12	0,071 ± 0,002	0,007	0,043	0,087 ± 0,001	0,009	0,052	0,717 ± 0,014	0,072	0,430
GB-B-P3-13	0,069 ± 0,001	0,007	0,041	<LOQ			0,757 ± 0,015	0,076	0,454

Numune kodu	Al			Ca			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-P1-11	0,114 ± 0,001	0,011	0,068	1,613 ± 0,061	0,161	0,968	<LOQ	3,84	0,38	2,30
GB-B-P1-12	0,140 ± 0,014	0,014	0,084	1,065 ± 0,363	0,107	0,639	<LOQ	2,41	0,24	1,45
GB-B-P1-13	0,067 ± 0,001	0,007	0,040	<LOQ			<LOQ	0,69	0,07	0,41

GB-B-P2-11	0,144 ± 0,005	0,014	0,086	1,580 ± 0,041	0,158	0,948	<LOQ	3,56	0,36	2,14
GB-B-P2-12	0,148 ± 0,007	0,015	0,089	1,160 ± 0,044	0,116	0,696	<LOQ	2,51	0,25	1,51
GB-B-P2-13	0,065 ± 0,000	0,007	0,039	1,136 ± 0,009	0,114	0,681	<LOQ	2,16	0,22	1,30

GB-B-P3-11	0,111 ± 0,002	0,011	0,066	1,238 ± 0,076	0,124	0,743	<LOQ	2,58	0,26	1,55
GB-B-P3-12	0,096 ± 0,002	0,010	0,057	1,124 ± 0,043	0,112	0,674	<LOQ	2,10	0,21	1,26
GB-B-P3-13	0,084 ± 0,001	0,008	0,050	<LOQ			<LOQ	0,91	0,09	0,55

EK 74. P4, P5, P6 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Fe			Zn			Na		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-P4-11	0,073 ± 0,001	0,007	0,044	0,103 ± 0,001	0,010	0,062	1,014 ± 0,067	0,101	0,608
GB-B-P4-12	0,077 ± 0,008	0,008	0,046	0,091 ± 0,002	0,009	0,055	0,703 ± 0,020	0,070	0,422
GB-B-P4-13	0,048 ± 0,002	0,005	0,029	<LOQ			0,587 ± 0,003	0,059	0,352

GB-B-P5-11	0,079 ± 0,001	0,008	0,048	0,250 ± 0,001	0,025	0,150	1,086 ± 0,019	0,109	0,652
GB-B-P5-12	0,085 ± 0,004	0,008	0,051	0,068 ± 0,000	0,007	0,041	0,799 ± 0,035	0,080	0,479
GB-B-P5-13	0,054 ± 0,000	0,005	0,032	<LOQ			0,677 ± 0,006	0,068	0,406

GB-B-P6-11	0,091 ± 0,001	0,009	0,055	0,760 ± 0,002	0,076	0,456	1,019 ± 0,009	0,102	0,612
GB-B-P6-12	0,084 ± 0,003	0,008	0,050	0,075 ± 0,001	0,008	0,045	0,698 ± 0,007	0,070	0,419
GB-B-P6-13	0,062 ± 0,000	0,006	0,037	<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Al			Ca			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-P4-11	0,103 ± 0,007	0,010	0,062	0,977 ± 0,066	0,098	0,586	<LOQ	2,27	0,23	1,36
GB-B-P4-12	0,090 ± 0,001	0,009	0,054	<LOQ			<LOQ	0,96	0,10	0,58
GB-B-P4-13	0,057 ± 0,002	0,006	0,034	<LOQ			<LOQ	0,69	0,07	0,42

GB-B-P5-11	0,114 ± 0,002	0,011	0,068	1,156 ± 0,062	0,116	0,694	<LOQ	2,69	0,27	1,61
GB-B-P5-12	0,092 ± 0,004	0,009	0,055	<LOQ			<LOQ	1,04	0,10	0,63
GB-B-P5-13	0,071 ± 0,000	0,007	0,043	<LOQ			<LOQ	0,80	0,08	0,48

GB-B-P6-11	0,123 ± 0,000	0,012	0,074	1,832 ± 0,012	0,183	1,099	<LOQ	3,83	0,38	2,30
GB-B-P6-12	0,090 ± 0,002	0,009	0,054	1,122 ± 0,017	0,112	0,673	<LOQ	2,07	0,21	1,24
GB-B-P6-13	0,069 ± 0,000	0,007	0,042	<LOQ			<LOQ	0,13	0,01	0,08

EK 75. P8-2, P9, P10-1 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Fe			Zn			Na		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-P8-21	0,146 ± 0,001	0,015	0,088	0,311 ± 0,006	0,031	0,187	1,007 ± 0,003	0,101	0,604
GB-B-P8-22	0,089 ± 0,001	0,009	0,053	0,207 ± 0,003	0,021	0,124	0,836 ± 0,011	0,084	0,501
GB-B-P8-23	0,054 ± 0,001	0,005	0,033	0,178 ± 0,001	0,018	0,107	0,584 ± 0,007	0,058	0,350

GB-B-P9-11	0,086 ± 0,002	0,009	0,051	0,159 ± 0,003	0,016	0,096	1,138 ± 0,015	0,114	0,683
GB-B-P9-12	0,083 ± 0,001	0,008	0,050	0,150 ± 0,001	0,015	0,090	0,812 ± 0,083	0,081	0,487
GB-B-P9-13	0,050 ± 0,007	0,005	0,030	<LOQ			0,743 ± 0,013	0,074	0,446

GB-B-P10-11	0,238 ± 0,006	0,024	0,143	0,184 ± 0,003	0,018	0,110	0,944 ± 0,022	0,094	0,566
GB-B-P10-12	0,083 ± 0,004	0,008	0,050	<LOQ			0,663 ± 0,031	0,066	0,398
GB-B-P10-13	0,064 ± 0,001	0,006	0,039	<LOQ			0,669 ± 0,011	0,067	0,401

Numune kodu	Al			Ca			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-P8-21	0,124 ± 0,001	0,012	0,074	1,182 ± 0,056	0,118	0,709	<LOQ	2,77	0,28	1,66
GB-B-P8-22	0,071 ± 0,001	0,007	0,043	<LOQ			<LOQ	1,20	0,12	0,72
GB-B-P8-23	0,070 ± 0,001	0,007	0,042	<LOQ			<LOQ	0,89	0,09	0,53

GB-B-P9-11	0,165 ± 0,001	0,016	0,099	1,677 ± 0,071	0,168	1,006	<LOQ	3,22	0,32	1,93
GB-B-P9-12	0,096 ± 0,002	0,010	0,058	1,089 ± 0,032	0,109	0,654	<LOQ	2,23	0,22	1,34
GB-B-P9-13	0,073 ± 0,007	0,007	0,044	<LOQ			<LOQ	0,87	0,09	0,52

GB-B-P10-11	0,116 ± 0,005	0,012	0,070	1,289 ± 0,066	0,129	0,773	<LOQ	2,77	0,28	1,66
GB-B-P10-12	0,092 ± 0,002	0,009	0,055	1,170 ± 0,006	0,117	0,702	<LOQ	2,01	0,20	1,20
GB-B-P10-13	0,082 ± 0,000	0,008	0,049	<LOQ			<LOQ	0,82	0,08	0,49

EK 76. P12, P14, P15 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Fe			Zn			Na		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-P12-11	0,085 ± 0,004	0,009	0,051	0,089 ± 0,001	0,009	0,053	0,871 ± 0,040	0,087	0,523
GB-B-P12-12	0,079 ± 0,000	0,008	0,047	0,087 ± 0,001	0,009	0,052	0,773 ± 0,001	0,077	0,464
GB-B-P12-13	0,068 ± 0,001	0,007	0,041	<LOQ			<LOQ		

GB-B-P14-11	0,155 ± 0,001	0,015	0,093	0,329 ± 0,008	0,033	0,197	0,985 ± 0,016	0,098	0,591
GB-B-P14-12	0,104 ± 0,006	0,010	0,062	0,175 ± 0,000	0,017	0,105	0,913 ± 0,004	0,091	0,548
GB-B-P14-13	0,079 ± 0,002	0,008	0,048	<LOQ			0,821 ± 0,046	0,082	0,493

GB-B-P15-11	0,117 ± 0,001	0,012	0,070	0,394 ± 0,005	0,039	0,236	0,720 ± 0,001	0,072	0,432
GB-B-P15-12	0,101 ± 0,005	0,010	0,060	0,076 ± 0,001	0,008	0,046	0,538 ± 0,024	0,054	0,323
GB-B-P15-13	0,080 ± 0,001	0,008	0,048	<LOQ			0,500 ± 0,007	0,050	0,300

Numune kodu	Al			Ca			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-P12-11	0,114 ± 0,001	0,011	0,068	1,020 ± 0,036	0,102	0,612	<LOQ	2,18	0,22	1,31
GB-B-P12-12	0,105 ± 0,005	0,010	0,063	1,018 ± 0,025	0,102	0,611	<LOQ	2,06	0,21	1,24
GB-B-P12-13	0,089 ± 0,001	0,009	0,053	<LOQ			<LOQ	0,16	0,02	0,09

GB-B-P14-11	0,162 ± 0,001	0,016	0,097	1,475 ± 0,019	0,148	0,885	<LOQ	3,11	0,31	1,86
GB-B-P14-12	0,125 ± 0,007	0,013	0,075	1,338 ± 0,064	0,134	0,803	<LOQ	2,65	0,27	1,59
GB-B-P14-13	0,080 ± 0,002	0,008	0,048	0,905 ± 0,024	0,090	0,543	<LOQ	1,89	0,19	1,13

GB-B-P15-11	0,095 ± 0,002	0,010	0,057	1,429 ± 0,013	0,143	0,857	<LOQ	2,75	0,28	1,65
GB-B-P15-12	0,100 ± 0,004	0,010	0,060	1,207 ± 0,058	0,121	0,724	<LOQ	2,02	0,20	1,21
GB-B-P15-13	0,085 ± 0,001	0,009	0,051	1,064 ± 0,027	0,106	0,638	<LOQ	1,73	0,17	1,04

EK 77. P17, P19-2, P10-2 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Fe			Zn			Na		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-P17-11	0,136 ± 0,002	0,014	0,082	0,701 ± 0,005	0,070	0,420	0,947 ± 0,016	0,095	0,568
GB-B-P17-12	0,081 ± 0,000	0,008	0,048	0,121 ± 0,001	0,012	0,072	0,913 ± 0,018	0,091	0,548
GB-B-P17-13	0,057 ± 0,001	0,006	0,034	0,088 ± 0,002	0,009	0,053	0,561 ± 0,006	0,056	0,336

GB-B-P19-21	0,092 ± 0,000	0,009	0,055	0,606 ± 0,005	0,061	0,364	0,914 ± 0,001	0,091	0,548
GB-B-P19-22	0,097 ± 0,004	0,010	0,058	0,129 ± 0,000	0,013	0,077	0,857 ± 0,035	0,086	0,514
GB-B-P19-23	0,090 ± 0,001	0,009	0,054	<LOQ			0,786 ± 0,006	0,079	0,472

GB-B-P10-21	0,040 ± 0,000	0,025	0,151	0,088 ± 0,001	0,056	0,335	0,174 ± 0,004	0,110	0,663
GB-B-P10-22	0,039 ± 0,000	0,025	0,150	<LOQ			<LOQ		
GB-B-P10-23	0,036 ± 0,001	0,023	0,139	<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Al			Ca			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-P17-11	0,152 ± 0,003	0,015	0,091	1,733 ± 0,034	0,173	1,040	<LOQ	3,67	0,37	2,20
GB-B-P17-12	0,085 ± 0,001	0,009	0,051	0,915 ± 0,024	0,091	0,549	<LOQ	2,11	0,21	1,27
GB-B-P17-13	0,083 ± 0,002	0,008	0,050	<LOQ			<LOQ	0,79	0,08	0,47

GB-B-P19-21	0,089 ± 0,001	0,009	0,053	1,350 ± 0,048	0,135	0,810	<LOQ	3,05	0,31	1,83
GB-B-P19-22	0,106 ± 0,004	0,011	0,063	1,315 ± 0,082	0,131	0,789	<LOQ	2,50	0,25	1,50
GB-B-P19-23	0,112 ± 0,001	0,011	0,067	1,019 ± 0,049	0,102	0,611	<LOQ	2,01	0,20	1,20

GB-B-P10-21	0,041 ± 0,001	0,026	0,158							
GB-B-P10-22	0,040 ± 0,000	0,025	0,153							
GB-B-P10-23	<LOQ									

<LOQ	0,343	0,218	1,306
<LOQ	0,079	0,050	0,303
<LOQ	0,036	0,023	0,139

EK 78. P7, P8-1, P21 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Fe			Na			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-P7-11	0,171 ± 0,002	0,017	0,103	0,934 ± 0,021	0,093	0,561	0,166 ± 0,002	0,017	0,099
GB-B-P7-12	0,071 ± 0,001	0,007	0,043	0,863 ± 0,016	0,086	0,518	0,118 ± 0,003	0,012	0,071
GB-B-P7-13	0,053 ± 0,000	0,005	0,032	0,682 ± 0,002	0,068	0,409	0,066 ± 0,000	0,007	0,040

GB-B-P8-11	0,050 ± 0,002	0,026	0,157	0,391 ± 0,001	0,203	1,217	0,051 ± 0,000	0,027	0,160
GB-B-P8-12	0,050 ± 0,001	0,026	0,155	0,180 ± 0,002	0,093	0,558	0,044 ± 0,001	0,023	0,136
GB-B-P8-13	0,022 ± 0,001	0,011	0,068	<LOQ			<LOQ		

GB-B-P21-11	0,064 ± 0,001	0,036	0,219	0,190 ± 0,002	0,108	0,647	0,053 ± 0,006	0,030	0,179
GB-B-P21-12	0,059 ± 0,006	0,034	0,201	<LOQ			0,046 ± 0,001	0,026	0,156
GB-B-P21-13	0,033 ± 0,004	0,019	0,111	<LOQ			0,033 ± 0,003	0,019	0,112

Numune kodu	Ca			Diğerleri mg/L	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-P7-11	1,238 ± 0,046	0,124	0,743	<LOQ	2,509	0,251	1,506
GB-B-P7-12	1,011 ± 0,025	0,101	0,606	<LOQ	2,063	0,206	1,238
GB-B-P7-13	<LOQ			<LOQ	0,801	0,080	0,481

GB-B-P8-11	1,177 ± 0,025	0,610	3,658	<LOQ	1,670	0,865	5,192
GB-B-P8-12	<LOQ			<LOQ	0,273	0,142	0,850
GB-B-P8-13	<LOQ			<LOQ	0,022	0,011	0,068

GB-B-P21-11	0,913 ± 0,046	0,517	3,104	<LOQ	1,220	0,691	4,148
GB-B-P21-12	<LOQ			<LOQ	0,105	0,059	0,357
GB-B-P21-13	<LOQ			<LOQ	0,066	0,037	0,223

EK 79. P10-3, P18, P10-5, P16-1 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Fe			Al			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-P10-31	0,036 ± 0,000	0,023	0,138	0,033 ± 0,000	0,021	0,126	<LOQ	0,069	0,044	0,264
GB-B-P10-32	0,033 ± 0,000	0,021	0,127	<LOQ			<LOQ	0,033	0,021	0,127
GB-B-P10-33	0,016 ± 0,000	0,010	0,061	<LOQ			<LOQ	0,016	0,010	0,061
GB-B-P18-11	0,036 ± 0,001	0,012	0,073	0,036 ± 0,001	0,012	0,073	<LOQ	0,072	0,024	0,146
GB-B-P18-12	0,037 ± 0,002	0,013	0,076	<LOQ			<LOQ	0,037	0,013	0,076
GB-B-P18-13	0,039 ± 0,001	0,013	0,078	<LOQ			<LOQ	0,039	0,013	0,078
GB-B-P10-51	0,031 ± 0,000	0,020	0,119				<LOQ	0,031	0,020	0,119
GB-B-P10-52	0,028 ± 0,000	0,018	0,107				<LOQ	0,028	0,018	0,107
GB-B-P10-53	0,022 ± 0,001	0,014	0,086				<LOQ	0,022	0,014	0,086
GB-B-P16-11	0,025 ± 0,001	0,021	0,125				<LOQ	0,025	0,021	0,125
GB-B-P16-12	0,023 ± 0,000	0,019	0,114				<LOQ	0,023	0,019	0,114
GB-B-P16-13	0,020 ± 0,000	0,016	0,097				<LOQ	0,020	0,016	0,097

EK 80. P11, P13 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Fe			Zn			Na			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-P11-11	0,063 ± 0,002	0,006	0,038	1,152 ± 0,020	0,115	0,691	0,939 ± 0,025	0,094	0,564	0,122 ± 0,003	0,012	0,073
GB-B-P11-12	0,051 ± 0,001	0,005	0,031	<LOQ			0,868 ± 0,020	0,087	0,521	0,079 ± 0,002	0,008	0,048
GB-B-P11-13	0,049 ± 0,001	0,005	0,030	<LOQ			<LOQ			0,066 ± 0,000	0,007	0,039

GB-B-P13-11	0,126 ± 0,001	0,013	0,076	0,298 ± 0,003	0,030	0,179	1,039 ± 0,007	0,104	0,623	0,139 ± 0,001	0,014	0,083
GB-B-P13-12	0,083 ± 0,001	0,008	0,050	0,076 ± 0,001	0,008	0,045	0,829 ± 0,004	0,083	0,498	0,089 ± 0,001	0,009	0,054
GB-B-P13-13	0,078 ± 0,000	0,008	0,047	<LOQ			0,523 ± 0,005	0,052	0,314	0,087 ± 0,001	0,009	0,052

Numune kodu	Ca			Mg			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-P11-11	2,209 ± 0,073	0,221	1,325	0,748 ± 0,017	0,075	0,449	<LOQ	5,23	0,52	3,14
GB-B-P11-12	1,500 ± 0,025	0,150	0,900	<LOQ			<LOQ	2,50	0,25	1,50
GB-B-P11-13	1,417 ± 0,053	0,142	0,850	<LOQ			<LOQ	1,53	0,15	0,92

GB-B-P13-11	2,236 ± 0,031	0,224	1,341	0,883 ± 0,009	0,088	0,530	<LOQ	4,72	0,47	2,83
GB-B-P13-12	1,927 ± 0,036	0,193	1,156	<LOQ			<LOQ	3,00	0,30	1,80
GB-B-P13-13	1,002 ± 0,006	0,100	0,601	<LOQ			<LOQ	1,69	0,17	1,01

EK 81. P19-1, P20, P22-1, P22-2, P10-4 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Fe			Zn			Al			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/L	mg/dm ²
GB-B-P19-11	0,122 ± 0,000	0,058	0,350	0,087 ± 0,001	0,042	0,251	0,052 ± 0,000	0,025	0,151	<LOQ	0,261	0,125	0,752
GB-B-P19-12	0,048 ± 0,003	0,023	0,137	<LOQ			0,049 ± 0,002	0,024	0,142	<LOQ	0,097	0,046	0,279
GB-B-P19-13	0,030 ± 0,001	0,015	0,087	<LOQ			0,035 ± 0,001	0,017	0,101	<LOQ	0,065	0,031	0,188

GB-B-P20-11	0,106 ± 0,000	0,053	0,319	0,084 ± 0,001	0,042	0,251	0,048 ± 0,001	0,024	0,145	<LOQ	0,239	0,119	0,716
GB-B-P20-12	0,046 ± 0,002	0,023	0,138	<LOQ			0,046 ± 0,000	0,023	0,138	<LOQ	0,092	0,046	0,276
GB-B-P20-13	0,046 ± 0,000	0,023	0,137	<LOQ			0,037 ± 0,001	0,018	0,110	<LOQ	0,083	0,041	0,248

GB-B-P22-11	0,061 ± 0,000	0,022	0,134	0,204 ± 0,001	0,075	0,450	0,038 ± 0,001	0,014	0,083	<LOQ	0,303	0,111	0,667
GB-B-P22-12	0,044 ± 0,002	0,016	0,097	<LOQ			0,040 ± 0,002	0,015	0,089	<LOQ	0,084	0,031	0,185
GB-B-P22-13	0,045 ± 0,000	0,016	0,098	<LOQ			0,045 ± 0,000	0,017	0,100	<LOQ	0,090	0,033	0,198

Numune kodu	Fe			Al			Ca			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/L	mg/dm ²
GB-B-P22-21	0,050 ± 0,001	0,018	0,110	0,042 ± 0,001	0,016	0,094	1,206 ± 0,029	0,443	2,661	<LOQ	1,298	0,477	2,864
GB-B-P22-22	0,035 ± 0,002	0,013	0,077	0,032 ± 0,001	0,012	0,071	<LOQ			<LOQ	0,067	0,025	0,148
GB-B-P22-23	0,033 ± 0,001	0,012	0,072	<LOQ			<LOQ			<LOQ	0,033	0,012	0,072

GB-B-P10-41	0,055 ± 0,002	0,035	0,210	0,054 ± 0,002	0,034	0,205	1,055 ± 0,017	0,670	4,021	<LOQ	1,164	0,739	4,436
GB-B-P10-42	0,030 ± 0,001	0,019	0,116	<LOQ			<LOQ			<LOQ	0,030	0,019	0,116
GB-B-P10-43	0,024 ± 0,000	0,015	0,092	<LOQ			<LOQ			<LOQ	0,024	0,015	0,092

EK 82. P3, P7, P8-1, P8-2, P10-1, P10-2, P10-4, P12, P14, P16, P20, P21, P22-2 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Mg			Diğerleri mg/L
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	
GB-D2-P7-11	3,80 ± 1,57	0,38	2,28	<LOQ
GB-D2-P7-12	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P7-13	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P8-21	0,25 ± 0,04	0,03	0,15	<LOQ
GB-D2-P8-22	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P8-23	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P14-11	2,08 ± 0,66	0,21	1,25	<LOQ
GB-D2-P14-12	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P14-13	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P16-11	6,66 ± 1,06	5,53	33,17	<LOQ
GB-D2-P16-12	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P16-13	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P21-11	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P21-12	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P21-13	1,80 ± 0,08	1,02	6,11	<LOQ

Numune kodu	Ba			Diğerleri mg/L
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	
GB-D2-P3-11	0,087 ± 0,001	0,009	0,052	<LOQ
GB-D2-P3-12	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P3-12	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P8-11	0,156 ± 0,033	0,081	0,483	<LOQ
GB-D2-P8-12	0,034 ± 0,003	0,018	0,106	<LOQ
GB-D2-P8-13	<LOQ			<LOQ

Numune kodu	Zn			Diğerleri mg/L
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	
GB-D2-P10-21	2,43 ± 0,05	1,54	9,27	<LOQ
GB-D2-P10-22	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P10-23	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P10-41	0,42 ± 0,04	0,27	1,60	<LOQ
GB-D2-P10-42	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P10-43	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P20-11	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P20-12	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P20-13	1,92 ± 0,02	0,96	5,75	<LOQ

Numune kodu	K			Diğerleri mg/L
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	
GB-D2-P12-11	6,82 ± 1,19	0,68	4,09	<LOQ
GB-D2-P12-12	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P12-13	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P10-11	12,58 ± 1,58	1,26	7,55	<LOQ
GB-D2-P10-12	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P10-13	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P22-21	1,48 ± 0,17	0,54	3,26	<LOQ
GB-D2-P22-22	<LOQ			<LOQ
GB-D2-P22-23	<LOQ			<LOQ

EK 83. P9, P10-3, P17, P19-1, P19-2, P22-1 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Mg			Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-P9-11	18,34 ± 1,15	1,83	11,00	1,25 ± 0,10	0,13	0,75	<LOQ	19,59	1,96	11,75
GB-D2-P9-12	<LOQ			<LOQ			<LOQ	0,00	0,00	0,00
GB-D2-P9-13	<LOQ			<LOQ			<LOQ	0,00	0,00	0,00

GB-D2-P10-31	3,02 ± 0,61	1,92	11,51	<LOQ			<LOQ	3,02	1,92	11,51
GB-D2-P10-32	2,99 ± 0,48	1,90	11,39	<LOQ			<LOQ	2,99	1,90	11,39
GB-D2-P10-33	3,30 ± 0,13	2,10	12,58	1,12 ± 0,03	0,71	4,26	<LOQ	4,42	2,81	16,84

Numune kodu	Mg			Ti			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-P17-11	3,36 ± 0,23	0,34	2,02	2,300 ± 0,038	0,230	1,380	<LOQ	5,66	0,57	3,40
GB-D2-P17-12	<LOQ			<LOQ			<LOQ	0,00	0,00	0,00
GB-D2-P17-13	<LOQ			<LOQ			<LOQ	0,00	0,00	0,00

GB-D2-P19-11	5,96 ± 0,04	2,86	17,16	<LOQ			<LOQ	5,96	2,86	17,16
GB-D2-P19-12	7,52 ± 0,20	3,61	21,64	<LOQ			<LOQ	7,52	3,61	21,64
GB-D2-P19-13	10,17 ± 0,18	4,88	29,28	0,225 ± 0,049	0,108	0,646	<LOQ	10,40	4,99	29,93

File:	K			Ba			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-P19-21	2,51 ± 0,85	0,25	1,51	0,089 ± 0,016	0,009	0,053	<LOQ	2,60	0,26	1,56
GB-D2-P19-22	<LOQ			<LOQ			<LOQ	0,00	0,00	0,00
GB-D2-P19-23	<LOQ			<LOQ			<LOQ	0,00	0,00	0,00

File:	Mg			K			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-P22-11	1,24 ± 0,45	0,46	2,74	4,64 ± 0,86	1,71	10,24	<LOQ	5,88	2,16	12,98
GB-D2-P22-12	<LOQ			<LOQ			<LOQ	0,00	0,00	0,00
GB-D2-P22-13	<LOQ			<LOQ			<LOQ	0,00	0,00	0,00

EK 84. P1, P5, P6, P15 kodlu plastik numunelerden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Mg			K			Zn		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-P6-11	<LOQ			<LOQ			<LOQ		
GB-D2-P6-12	<LOQ			<LOQ			<LOQ		
GB-D2-P6-13	0,52 ± 0,14	0,05	0,31	0,84 ± 0,29	0,08	0,50	0,50 ± 0,08	0,05	0,30

Numune kodu	Ba			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-P6-11	0,142 ± 0,010	0,014	0,085	<LOQ	0,142	0,01	0,09
GB-D2-P6-12	0,148 ± 0,015	0,015	0,089	<LOQ	0,148	0,01	0,09
GB-D2-P6-13	<LOQ			<LOQ	1,86	0,19	1,12

Numune kodu	Na			Mg			Ba			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-P1-11	1,58 ± 0,93	0,16	0,95	7,78 ± 0,36	0,78	4,67	0,052 ± 0,003	0,005	0,031	<LOQ	8,76	8,56	4,70
GB-D2-P1-12	<LOQ			<LOQ			<LOQ			<LOQ	0,00	0,00	0,00
GB-D2-P1-13	<LOQ			<LOQ			<LOQ			<LOQ	0,00	0,00	0,00

GB-D2-P15-11	<LOQ			1,07 ± 0,13	0,11	0,64	<LOQ			<LOQ	1,07	1,18	0,64
GB-D2-P15-12	<LOQ			0,44 ± 0,06	0,04	0,26	<LOQ			<LOQ	0,44	0,48	0,26
GB-D2-P15-13	0,77 ± 0,03	0,08	0,46	<LOQ			0,163 ± 0,014	0,016	0,098	<LOQ	0,19	0,02	0,10

Numune kodu	Mg			Al			Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-P5-11	<LOQ			<LOQ			<LOQ			<LOQ	0,00	0,00	0,00
GB-D2-P5-12	7,82 ± 0,18	0,78	4,69	<LOQ			<LOQ			<LOQ	0,18	0,00	0,00
GB-D2-P5-13	11,87 ± 0,07	1,19	7,12	0,29 ± 0,06	0,03	0,17	7,29 ± 0,12	0,73	4,37	<LOQ	7,65	1,05	4,55

EK 85. S1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Mg		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S1-11	7,93 ± 0,23	0,55	3,31	2,05 ± 0,06	0,14	0,85	4,32 ± 0,11	0,30	1,80
GB-B-S1-12	3,59 ± 0,08	0,25	1,50	1,46 ± 0,03	0,10	0,61	2,25 ± 0,04	0,16	0,94
GB-B-S1-13	2,96 ± 0,12	0,21	1,23	0,70 ± 0,02	0,05	0,29	1,43 ± 0,03	0,10	0,60

Numune kodu	Ca			Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S1-11	9,50 ± 0,08	0,66	3,96	0,065 ± 0,003	0,004	0,027	0,968 ± 0,027	0,067	0,403
GB-B-S1-12	4,18 ± 0,02	0,29	1,74	0,054 ± 0,001	0,004	0,022	0,348 ± 0,007	0,024	0,145
GB-B-S1-13	3,08 ± 0,13	0,21	1,29	0,046 ± 0,001	0,003	0,019	0,278 ± 0,004	0,019	0,116

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S1-11	0,191 ± 0,002	0,013	0,080	<LOQ	25,02	1,74	10,42
GB-B-S1-12	0,166 ± 0,000	0,012	0,069	<LOQ	12,06	0,84	5,02
GB-B-S1-13	0,069 ± 0,001	0,005	0,029	<LOQ	8,57	0,60	3,57

EK 86. S2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Mg		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S2-11	4,06 ± 0,46	0,22	1,30	1,71 ± 0,03	0,09	0,55	2,97 ± 0,05	0,16	0,95
GB-B-S2-12	2,72 ± 0,24	0,14	0,87	1,66 ± 0,04	0,09	0,53	2,43 ± 0,08	0,13	0,78
GB-B-S2-13	1,61 ± 0,22	0,09	0,51	0,91 ± 0,04	0,05	0,29	1,53 ± 0,05	0,08	0,49

Numune kodu	Ca			Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S2-11	7,00 ± 0,10	0,37	2,23	0,092 ± 0,001	0,005	0,029	0,565 ± 0,015	0,030	0,180
GB-B-S2-12	4,20 ± 0,18	0,22	1,34	0,067 ± 0,003	0,004	0,021	0,347 ± 0,004	0,018	0,111
GB-B-S2-13	3,59 ± 0,15	0,19	1,15	<LOQ			0,309 ± 0,010	0,016	0,099

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S2-11	0,117 ± 0,002	0,006	0,037	<LOQ	16,5	0,9	5,3
GB-B-S2-12	<LOQ			<LOQ	11,4	0,6	3,6
GB-B-S2-13	<LOQ			<LOQ	7,9	0,4	2,5

EK 87. S3-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Mg		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S3-11	17,90 ± 1,37	0,47	2,83	1,62 ± 0,08	0,04	0,26	3,42 ± 0,16	0,09	0,54
GB-B-S3-12	7,32 ± 0,50	0,19	1,16	1,58 ± 0,10	0,04	0,25	3,11 ± 0,17	0,08	0,49
GB-B-S3-13	5,13 ± 0,23	0,13	0,81	0,95 ± 0,03	0,03	0,15	1,53 ± 0,05	0,04	0,24

Numune kodu	Ca			Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S3-11	8,19 ± 0,44	0,22	1,29	0,048 ± 0,004	0,001	0,008	0,397 ± 0,023	0,010	0,063
GB-B-S3-12	6,20 ± 0,36	0,16	0,98	0,045 ± 0,003	0,001	0,007	0,316 ± 0,015	0,008	0,050
GB-B-S3-13	3,29 ± 0,11	0,09	0,52	0,034 ± 0,002	0,001	0,005	0,302 ± 0,010	0,008	0,048

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S3-11	0,087 ± 0,002	0,002	0,014	<LOQ	31,7	0,8	5,0
GB-B-S3-12	0,079 ± 0,001	0,002	0,013	<LOQ	18,6	0,5	2,9
GB-B-S3-13	<LOQ			<LOQ	11,2	0,3	1,8

EK 88. S3-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S3-21	9,95 ± 0,15	0,55	3,28	0,69 ± 0,05	0,04	0,23	1,25 ± 0,11	0,07	0,41
GB-B-S3-22	7,61 ± 0,09	0,42	2,51	2,05 ± 0,05	0,11	0,67	1,18 ± 0,11	0,06	0,39
GB-B-S3-23	4,28 ± 0,07	0,24	1,41	2,10 ± 0,03	0,12	0,69	1,57 ± 0,10	0,09	0,52

Numune kodu	Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S3-21	0,036 ± 0,001	0,002	0,012	0,089 ± 0,006	0,005	0,029
GB-B-S3-22	0,047 ± 0,003	0,003	0,016	0,311 ± 0,005	0,017	0,103
GB-B-S3-23	0,061 ± 0,001	0,003	0,020	0,361 ± 0,009	0,020	0,119

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S3-21	0,122 ± 0,001	0,007	0,040	<LOQ	12,1	0,7	4,0
GB-B-S3-22	0,099 ± 0,000	0,005	0,033	<LOQ	11,3	0,6	3,7
GB-B-S3-23	0,078 ± 0,001	0,004	0,026	<LOQ	8,4	0,5	2,8

EK 89. S3-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Mg		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S3-31	9,02 ± 0,42	0,50	2,97	0,74 ± 0,02	0,04	0,24	<LOQ		
GB-B-S3-32	7,01 ± 0,31	0,39	2,31	1,89 ± 0,02	0,10	0,62	1,33 ± 0,05	0,07	0,44
GB-B-S3-33	4,34 ± 0,15	0,24	1,43	2,06 ± 0,05	0,11	0,68	1,42 ± 0,06	0,08	0,47

Numune kodu	Ca			Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S3-31	2,10 ± 0,01	0,12	0,69	0,027 ± 0,000	0,001	0,009	0,077 ± 0,001	0,004	0,025
GB-B-S3-32	2,83 ± 0,07	0,16	0,93	0,047 ± 0,001	0,003	0,015	0,362 ± 0,003	0,020	0,119
GB-B-S3-33	2,97 ± 0,04	0,16	0,98	0,057 ± 0,002	0,003	0,019	0,436 ± 0,011	0,024	0,144

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S3-31	0,075 ± 0,001	0,004	0,025	<LOQ	12,0	0,7	4,0
GB-B-S3-32	0,123 ± 0,003	0,007	0,041	<LOQ	13,6	0,7	4,5
GB-B-S3-33	0,188 ± 0,004	0,010	0,062	<LOQ	11,5	0,6	3,8

EK 90. S3-4 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S3-41	9,20 ± 0,91	0,51	3,03	0,84 ± 0,08	0,05	0,28	1,24 ± 0,10	0,07	0,41
GB-B-S3-42	6,33 ± 0,37	0,35	2,09	1,92 ± 0,07	0,11	0,63	1,79 ± 0,11	0,10	0,59
GB-B-S3-43	5,89 ± 0,16	0,32	1,94	2,07 ± 0,07	0,11	0,68	2,17 ± 0,20	0,12	0,72

Numune kodu	Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S3-41	0,028 ± 0,001	0,002	0,009	0,092 ± 0,014	0,005	0,030
GB-B-S3-42	0,052 ± 0,005	0,003	0,017	0,335 ± 0,013	0,018	0,111
GB-B-S3-43	0,056 ± 0,003	0,003	0,018	0,401 ± 0,015	0,022	0,132

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S3-41	0,089 ± 0,002	0,005	0,029	<LOQ	11,5	0,6	3,8
GB-B-S3-42	0,076 ± 0,002	0,004	0,025	<LOQ	10,5	0,6	3,5
GB-B-S3-43	<LOQ			<LOQ	10,6	0,6	3,5

EK 91. S4-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Mg		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S4-11	1,76 ± 0,09	0,12	0,73	2,11 ± 0,07	0,15	0,88	1,53 ± 0,14	0,11	0,64
GB-B-S4-12	1,78 ± 0,13	0,12	0,74	1,69 ± 0,01	0,12	0,71	1,97 ± 0,01	0,14	0,82
GB-B-S4-13	0,92 ± 0,03	0,06	0,38	0,96 ± 0,01	0,07	0,40	1,71 ± 0,03	0,12	0,71

Numune kodu	Ca			Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S4-11	1,15 ± 0,11	0,08	0,48	0,147 ± 0,004	0,010	0,061	0,744 ± 0,025	0,052	0,310
GB-B-S4-12	0,88 ± 0,10	0,06	0,37	0,070 ± 0,000	0,005	0,029	0,431 ± 0,004	0,030	0,180
GB-B-S4-13	0,55 ± 0,06	0,04	0,23	0,045 ± 0,001	0,003	0,019	0,395 ± 0,002	0,027	0,165

Numune kodu	Zn			Cu			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S4-11	0,117 ± 0,001	0,008	0,049	0,0086 ± 0,0001	0,001	0,004	<LOQ	7,57	0,53	3,15
GB-B-S4-12	0,082 ± 0,001	0,006	0,034	<LOQ			<LOQ	6,91	0,48	2,88
GB-B-S4-13	<LOQ			<LOQ			<LOQ	4,58	0,32	1,91

EK 92. S4-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S4-21	2,43 ± 0,09	0,12	0,74	0,57 ± 0,22	0,03	0,17	<LOQ		
GB-B-S4-22	1,62 ± 0,08	0,08	0,49	1,68 ± 0,06	0,08	0,51	1,03 ± 0,04	0,05	0,31
GB-B-S4-23	1,52 ± 0,03	0,08	0,46	1,70 ± 0,04	0,09	0,52	1,64 ± 0,04	0,08	0,50

Numune kodu	Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S4-21	0,030 ± 0,003	0,002	0,009	0,084 ± 0,028	0,004	0,025
GB-B-S4-22	0,051 ± 0,016	0,003	0,015	0,377 ± 0,017	0,019	0,115
GB-B-S4-23	0,056 ± 0,002	0,003	0,017	0,393 ± 0,013	0,020	0,120

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S4-21	0,228 ± 0,001	0,012	0,069	<LOQ	3,34	0,17	1,02
GB-B-S4-22	0,087 ± 0,001	0,004	0,026	<LOQ	4,84	0,25	1,47
GB-B-S4-23	0,066 ± 0,001	0,003	0,020	<LOQ	5,38	0,27	1,64

EK 93. S4-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S4-31	2,71 ± 0,09	0,14	0,82	0,68 ± 0,03	0,03	0,21	<LOQ		
GB-B-S4-32	1,62 ± 0,06	0,08	0,49	1,64 ± 0,03	0,08	0,50	1,73 ± 0,05	0,09	0,53
GB-B-S4-33	1,00 ± 0,02	0,05	0,31	1,70 ± 0,07	0,09	0,52	1,83 ± 0,07	0,09	0,56

Numune kodu	Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S4-31	0,027 ± 0,001	0,001	0,008	0,076 ± 0,003	0,004	0,023
GB-B-S4-32	0,047 ± 0,002	0,002	0,014	0,349 ± 0,006	0,018	0,106
GB-B-S4-33	0,052 ± 0,001	0,003	0,016	0,366 ± 0,016	0,019	0,111

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S4-31	0,312 ± 0,001	0,016	0,095	<LOQ	3,80	0,19	1,16
GB-B-S4-32	0,219 ± 0,003	0,011	0,067	<LOQ	5,59	0,28	1,70
GB-B-S4-33	0,079 ± 0,003	0,004	0,024	<LOQ	5,03	0,25	1,53

EK 94. S4-4 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S4-41	2,17 ± 0,09	0,11	0,66	0,69 ± 0,03	0,03	0,21	<LOQ		
GB-B-S4-42	1,74 ± 0,03	0,09	0,53	1,48 ± 0,16	0,08	0,45	1,78 ± 0,09	0,09	0,54
GB-B-S4-43	1,51 ± 0,06	0,08	0,46	1,65 ± 0,02	0,08	0,50	1,71 ± 0,08	0,09	0,52

Numune kodu	Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S4-41	0,054 ± 0,002	0,003	0,016	0,081 ± 0,004	0,004	0,025
GB-B-S4-42	0,043 ± 0,007	0,002	0,013	0,331 ± 0,030	0,017	0,101
GB-B-S4-43	0,039 ± 0,001	0,002	0,012	0,380 ± 0,006	0,019	0,116

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S4-41	0,440 ± 0,008	0,022	0,134	<LOQ	3,43	0,17	1,04
GB-B-S4-42	0,137 ± 0,001	0,007	0,042	<LOQ	5,51	0,28	1,68
GB-B-S4-43	0,105 ± 0,006	0,005	0,032	<LOQ	5,40	0,27	1,64

EK 95. S4-5 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S4-51	2,37 ± 0,09	0,12	0,72	0,73 ± 0,05	0,04	0,22	0,99 ± 0,02	0,05	0,30
GB-B-S4-52	1,63 ± 0,07	0,08	0,50	1,69 ± 0,01	0,09	0,51	1,01 ± 0,04	0,05	0,31
GB-B-S4-53	0,71 ± 0,03	0,04	0,22	1,71 ± 0,10	0,09	0,52	1,22 ± 0,03	0,06	0,37

Numune kodu	Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S4-51	0,051 ± 0,003	0,003	0,016	0,081 ± 0,006	0,004	0,025
GB-B-S4-52	0,049 ± 0,005	0,002	0,015	0,360 ± 0,001	0,018	0,110
GB-B-S4-53	0,028 ± 0,001	0,001	0,008	0,403 ± 0,023	0,020	0,123

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S4-51	0,332 ± 0,002	0,017	0,101	<LOQ	4,55	0,23	1,39
GB-B-S4-52	0,106 ± 0,002	0,005	0,032	<LOQ	4,84	0,25	1,47
GB-B-S4-53	0,078 ± 0,001	0,004	0,024	<LOQ	4,15	0,21	1,26

EK 96. S5 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Mg		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S5-11	2,33 ± 0,09	0,12	0,74	1,76 ± 0,07	0,09	0,56	1,84 ± 0,06	0,10	0,59
GB-B-S5-12	1,30 ± 0,05	0,07	0,42	1,71 ± 0,05	0,09	0,55	1,38 ± 0,09	0,07	0,44
GB-B-S5-13	0,30 ± 0,04	0,02	0,10	1,06 ± 0,02	0,06	0,34	1,08 ± 0,08	0,06	0,34

Numune kodu	Ca			Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S5-11	2,79 ± 0,08	0,15	0,89	0,116 ± 0,004	0,006	0,037	0,592 ± 0,016	0,032	0,189
GB-B-S5-12	1,78 ± 0,09	0,09	0,57	0,082 ± 0,001	0,004	0,026	0,399 ± 0,006	0,021	0,127
GB-B-S5-13	1,74 ± 0,08	0,09	0,55	0,072 ± 0,003	0,004	0,023	0,385 ± 0,016	0,021	0,123

Numune kodu	Zn			Cu			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S5-11	<LOQ			0,0080 ± 0,0001	0,0004	0,0025	<LOQ	9,43	0,50	3,01
GB-B-S5-12	0,067 ± 0,001	0,004	0,022	<LOQ			<LOQ	6,72	0,36	2,15
GB-B-S5-13	0,089 ± 0,000	0,005	0,028	<LOQ			<LOQ	4,71	0,25	1,50

EK 97. S6 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Mg		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S6-11	9,79 ± 0,12	0,33	1,99	1,59 ± 0,04	0,05	0,32	3,09 ± 0,07	0,10	0,63
GB-B-S6-12	8,11 ± 0,36	0,27	1,64	1,48 ± 0,07	0,05	0,30	2,89 ± 0,12	0,10	0,59
GB-B-S6-13	7,65 ± 0,18	0,26	1,55	0,95 ± 0,01	0,03	0,19	1,56 ± 0,04	0,05	0,32

Numune kodu	Ca			Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S6-11	7,13 ± 0,18	0,24	1,45	0,075 ± 0,002	0,003	0,015	0,494 ± 0,023	0,017	0,100
GB-B-S6-12	5,91 ± 0,18	0,20	1,20	0,069 ± 0,001	0,002	0,014	0,346 ± 0,005	0,012	0,070
GB-B-S6-13	3,75 ± 0,09	0,13	0,76	0,051 ± 0,003	0,002	0,010	0,299 ± 0,006	0,010	0,061

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S6-11	0,083 ± 0,001	0,003	0,017	<LOQ	22,26	0,75	4,51
GB-B-S6-12	0,079 ± 0,000	0,003	0,016	<LOQ	18,88	0,64	3,83
GB-B-S6-13	0,077 ± 0,001	0,003	0,016	<LOQ	14,34	0,48	2,91

EK 98. S7-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S7-11	3,52 ± 0,02	0,16	0,98	0,68 ± 0,01	0,03	0,19	<LOQ		
GB-B-S7-12	4,09 ± 0,15	0,19	1,14	0,70 ± 0,01	0,03	0,20	0,90 ± 0,02	0,04	0,25
GB-B-S7-13	10,16 ± 0,81	0,47	2,84	1,11 ± 0,10	0,05	0,31	1,42 ± 0,22	0,07	0,40

Numune kodu	Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S7-11	0,077 ± 0,001	0,004	0,022	0,224 ± 0,002	0,010	0,063
GB-B-S7-12	0,050 ± 0,000	0,002	0,014	0,123 ± 0,001	0,006	0,034
GB-B-S7-13	0,050 ± 0,006	0,002	0,014	0,097 ± 0,010	0,005	0,027

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S7-11	0,072 ± 0,001	0,003	0,020	<LOQ	4,57	0,21	1,28
GB-B-S7-12	0,084 ± 0,001	0,004	0,023	<LOQ	5,95	0,28	1,66
GB-B-S7-13	0,169 ± 0,002	0,008	0,047	<LOQ	13,00	0,61	3,64

EK 99. S7-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S7-21	3,46 ± 0,15	0,16	0,97	0,63 ± 0,02	0,03	0,18	1,47 ± 0,03	0,07	0,41
GB-B-S7-22	3,92 ± 0,08	0,18	1,10	0,68 ± 0,02	0,03	0,19	1,02 ± 0,06	0,05	0,29
GB-B-S7-23	6,13 ± 0,60	0,29	1,72	0,95 ± 0,09	0,04	0,27	<LOQ		

Numune kodu	Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S7-21	0,080 ± 0,002	0,004	0,022	0,243 ± 0,006	0,011	0,068
GB-B-S7-22	0,044 ± 0,001	0,002	0,012	0,117 ± 0,013	0,005	0,033
GB-B-S7-23	0,043 ± 0,007	0,002	0,012	0,107 ± 0,002	0,005	0,030

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S7-21	0,190 ± 0,000	0,009	0,053	<LOQ	6,07	0,28	1,70
GB-B-S7-22	0,149 ± 0,001	0,007	0,042	<LOQ	5,94	0,28	1,66
GB-B-S7-23	0,090 ± 0,001	0,004	0,025	<LOQ	7,33	0,34	2,05

EK 100. S7-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S7-31	3,85 ± 0,12	0,18	1,08	0,59 ± 0,01	0,03	0,16	<LOQ		
GB-B-S7-32	4,83 ± 0,04	0,23	1,35	0,78 ± 0,01	0,04	0,22	1,20 ± 0,02	0,06	0,34
GB-B-S7-33	7,07 ± 0,75	0,33	1,98	1,19 ± 0,08	0,06	0,33	1,30 ± 0,04	0,06	0,36

Numune kodu	Fe			Al			Zn		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S7-31	0,081 ± 0,001	0,004	0,023	0,196 ± 0,001	0,009	0,055	0,154 ± 0,001	0,007	0,043
GB-B-S7-32	0,060 ± 0,001	0,003	0,017	0,096 ± 0,002	0,004	0,027	0,101 ± 0,001	0,005	0,028
GB-B-S7-33	0,035 ± 0,003	0,002	0,010	0,080 ± 0,006	0,004	0,022	0,111 ± 0,001	0,005	0,031

Numune kodu	Cu			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S7-31	0,0085 ± 0,0001	0,0004	0,0024	<LOQ	4,88	0,23	1,37
GB-B-S7-32	<LOQ			<LOQ	7,07	0,33	1,98
GB-B-S7-33	<LOQ			<LOQ	9,79	0,46	2,74

EK 101. S8-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-11	3,21 ± 0,19	0,22	1,32	0,94 ± 0,01	0,06	0,39	<LOQ		
GB-B-S8-12	3,89 ± 0,54	0,27	1,60	1,30 ± 0,06	0,09	0,53	1,34 ± 0,06	0,09	0,55
GB-B-S8-13	5,98 ± 0,81	0,41	2,46	2,08 ± 0,23	0,14	0,85	2,00 ± 0,13	0,14	0,82

Numune kodu	Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-11	0,096 ± 0,004	0,007	0,040	0,180 ± 0,008	0,012	0,074
GB-B-S8-12	0,080 ± 0,010	0,005	0,033	0,110 ± 0,002	0,008	0,045
GB-B-S8-13	0,078 ± 0,002	0,005	0,032	0,108 ± 0,012	0,007	0,044

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-11	0,141 ± 0,001	0,010	0,058	<LOQ	4,56	0,31	1,87
GB-B-S8-12	<LOQ			<LOQ	6,71	0,46	2,76
GB-B-S8-13	<LOQ			<LOQ	10,24	0,70	4,21

EK 102. S8-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-21	3,36 ± 0,09	0,23	1,38	1,02 ± 0,02	0,07	0,42	0,96 ± 0,04	0,07	0,40
GB-B-S8-22	3,43 ± 0,42	0,23	1,41	1,20 ± 0,07	0,08	0,49	1,06 ± 0,04	0,07	0,44
GB-B-S8-23	4,93 ± 0,38	0,34	2,03	2,01 ± 0,33	0,14	0,83	1,35 ± 0,06	0,09	0,56

Numune kodu	Fe			Al			Zn		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-21	0,067 ± 0,001	0,005	0,028	0,210 ± 0,011	0,014	0,086	0,146 ± 0,001	0,010	0,060
GB-B-S8-22	0,075 ± 0,014	0,005	0,031	0,123 ± 0,003	0,008	0,051	0,083 ± 0,001	0,006	0,034
GB-B-S8-23	0,092 ± 0,005	0,006	0,038	0,074 ± 0,013	0,005	0,030	0,073 ± 0,002	0,005	0,030

Numune kodu	Cu			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-21	0,0109 ± 0,0003	0,0007	0,0045	<LOQ	5,77	0,40	2,37
GB-B-S8-22	0,0088 ± 0,0000	0,0006	0,0036	<LOQ	5,98	0,41	2,46
GB-B-S8-23	<LOQ			<LOQ	8,54	0,58	3,51

EK 103. S8-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-31	3,22 ± 0,19	0,22	1,32	0,99 ± 0,02	0,07	0,41	<LOQ		
GB-B-S8-32	3,82 ± 0,14	0,26	1,57	1,30 ± 0,04	0,09	0,54	1,45 ± 0,08	0,10	0,60
GB-B-S8-33	5,54 ± 0,19	0,38	2,28	2,22 ± 0,34	0,15	0,91	1,99 ± 0,07	0,14	0,82

Numune kodu	Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-31	0,137 ± 0,004	0,009	0,056	0,230 ± 0,007	0,016	0,094
GB-B-S8-32	0,079 ± 0,015	0,005	0,033	0,083 ± 0,002	0,006	0,034
GB-B-S8-33	0,063 ± 0,002	0,004	0,026	0,091 ± 0,016	0,006	0,037

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-31	<LOQ			<LOQ	4,58	0,31	1,88
GB-B-S8-32	0,067 ± 0,001	0,005	0,028	<LOQ	6,80	0,47	2,80
GB-B-S8-33	0,086 ± 0,001	0,006	0,035	<LOQ	9,99	0,68	4,11

EK 104. S8-4 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-41	1,26 ± 2,36	0,09	0,52	0,76 ± 0,51	0,05	0,31	<LOQ		
GB-B-S8-42	3,41 ± 0,11	0,23	1,40	1,32 ± 0,03	0,09	0,54	1,34 ± 0,04	0,09	0,55
GB-B-S8-43	5,13 ± 0,08	0,35	2,11	2,07 ± 0,25	0,14	0,85	1,48 ± 0,04	0,10	0,61

Numune kodu	Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-41	0,119 ± 0,003	0,008	0,049	0,264 ± 0,006	0,018	0,109
GB-B-S8-42	0,095 ± 0,014	0,007	0,039	0,126 ± 0,020	0,009	0,052
GB-B-S8-43	0,051 ± 0,048	0,003	0,021	0,075 ± 0,051	0,005	0,031

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-41	0,109 ± 0,001	0,007	0,045	<LOQ	2,51	0,17	1,03
GB-B-S8-42	0,092 ± 0,001	0,006	0,038	<LOQ	6,38	0,44	2,62
GB-B-S8-43	<LOQ			<LOQ	8,80	0,60	3,62

EK 105. S8-5 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-51	3,11 ± 0,20	0,21	1,28	0,98 ± 0,03	0,07	0,40	<LOQ		
GB-B-S8-52	3,14 ± 0,08	0,21	1,29	1,25 ± 0,06	0,09	0,52	1,43 ± 0,09	0,10	0,59
GB-B-S8-53	5,39 ± 0,18	0,37	2,22	1,78 ± 0,27	0,12	0,73	1,85 ± 0,04	0,13	0,76

Numune kodu	Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-51	0,109 ± 0,006	0,007	0,045	0,212 ± 0,011	0,015	0,087
GB-B-S8-52	0,068 ± 0,003	0,005	0,028	0,097 ± 0,004	0,007	0,040
GB-B-S8-53	0,059 ± 0,012	0,004	0,024	0,067 ± 0,013	0,005	0,028

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-51	0,163 ± 0,001	0,011	0,067	<LOQ	4,58	0,31	1,88
GB-B-S8-52	<LOQ			<LOQ	5,99	0,41	2,46
GB-B-S8-53	<LOQ			<LOQ	9,15	0,63	3,76

EK 106. S8-6 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-61	3,34 ± 0,35	0,23	1,37	1,14 ± 0,04	0,08	0,47	<LOQ		
GB-B-S8-62	3,43 ± 0,23	0,23	1,41	1,36 ± 0,03	0,09	0,56	1,49 ± 0,03	0,10	0,61
GB-B-S8-63	5,23 ± 0,20	0,36	2,15	2,22 ± 0,25	0,15	0,91	2,00 ± 0,07	0,14	0,82

Numune kodu	Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-61	0,100 ± 0,003	0,007	0,041	0,248 ± 0,004	0,017	0,102
GB-B-S8-62	0,077 ± 0,010	0,005	0,032	0,103 ± 0,012	0,007	0,042
GB-B-S8-63	0,066 ± 0,003	0,005	0,027	0,086 ± 0,004	0,006	0,036

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-61	0,187 ± 0,002	0,013	0,077	<LOQ	5,01	0,34	2,06
GB-B-S8-62	0,092 ± 0,001	0,006	0,038	<LOQ	6,55	0,45	2,69
GB-B-S8-63	0,067 ± 0,002	0,005	0,028	<LOQ	9,67	0,66	3,98

EK 107. S8-7 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Mg		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-71	6,44 ± 0,19	0,38	2,27	2,11 ± 0,04	0,12	0,74	2,86 ± 0,08	0,17	1,01
GB-B-S8-72	6,21 ± 0,13	0,37	2,19	1,27 ± 0,03	0,07	0,45	1,76 ± 0,05	0,10	0,62
GB-B-S8-73	5,89 ± 4,34	0,35	2,08	0,69 ± 0,05	0,04	0,25	1,57 ± 0,11	0,09	0,55

Numune kodu	Ca			Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-71	5,74 ± 0,23	0,34	2,03	0,098 ± 0,001	0,006	0,035	0,628 ± 0,011	0,037	0,222
GB-B-S8-72	5,11 ± 0,16	0,30	1,80	0,035 ± 0,001	0,002	0,012	0,388 ± 0,023	0,023	0,137
GB-B-S8-73	3,25 ± 0,18	0,19	1,15	0,028 ± 0,002	0,002	0,010	0,352 ± 0,006	0,021	0,124

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S8-71	0,204 ± 0,001	0,012	0,072	<LOQ	18,08	1,06	6,38
GB-B-S8-72	0,074 ± 0,001	0,004	0,026	<LOQ	14,85	0,87	5,24
GB-B-S8-73	<LOQ			<LOQ	11,78	0,69	4,16

EK 108. S9 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Mg		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S9-11	5,62 ± 0,13	0,51	3,04	1,38 ± 0,06	0,12	0,75	2,18 ± 0,12	0,20	1,18
GB-B-S9-12	3,83 ± 0,16	0,35	2,07	1,06 ± 0,06	0,10	0,58	2,10 ± 0,14	0,19	1,13
GB-B-S9-13	1,54 ± 0,12	0,14	0,83	0,82 ± 0,04	0,07	0,44	1,64 ± 0,13	0,15	0,89

Numune kodu	Ca			Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S9-11	4,32 ± 0,14	0,39	2,33	0,087 ± 0,003	0,008	0,047	0,916 ± 0,048	0,082	0,495
GB-B-S9-12	3,48 ± 0,13	0,31	1,88	0,061 ± 0,002	0,005	0,033	0,472 ± 0,019	0,043	0,255
GB-B-S9-13	1,85 ± 0,14	0,17	1,00	0,024 ± 0,002	0,002	0,013	0,314 ± 0,010	0,028	0,170

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S9-11	0,120 ± 0,001	0,011	0,065	<LOQ	14,62	1,32	7,90
GB-B-S9-12	0,080 ± 0,001	0,007	0,043	<LOQ	11,08	1,00	5,99
GB-B-S9-13	0,076 ± 0,001	0,007	0,041	<LOQ	6,27	0,56	3,39

EK 109. S10 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Mg		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S10-11	3,24 ± 0,08	0,28	1,70	1,59 ± 0,06	0,14	0,83	1,46 ± 0,13	0,13	0,76
GB-B-S10-12	2,65 ± 0,04	0,23	1,38	1,31 ± 0,03	0,11	0,69	0,90 ± 0,07	0,08	0,47
GB-B-S10-13	2,24 ± 0,03	0,20	1,17	0,69 ± 0,03	0,06	0,36	<LOQ		

Numune kodu	Ca			Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S10-11	2,16 ± 0,07	0,19	1,13	0,153 ± 0,005	0,013	0,080	1,018 ± 0,021	0,089	0,533
GB-B-S10-12	2,01 ± 0,10	0,18	1,05	0,064 ± 0,001	0,006	0,033	0,432 ± 0,017	0,038	0,226
GB-B-S10-13	1,14 ± 0,03	0,10	0,60	0,041 ± 0,002	0,004	0,021	0,343 ± 0,012	0,030	0,179

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S10-11	0,109 ± 0,000	0,010	0,057	<LOQ	9,73	0,85	5,09
GB-B-S10-12	<LOQ			<LOQ	7,36	0,64	3,85
GB-B-S10-13	<LOQ			<LOQ	4,45	0,39	2,33

EK 110. S11-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Mg		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S11-11	2,48 ± 0,17	0,19	1,16	0,54 ± 0,01	0,04	0,25	<LOQ		
GB-B-S11-12	3,51 ± 0,10	0,27	1,65	0,69 ± 0,05	0,05	0,32	<LOQ		
GB-B-S11-13	4,45 ± 0,16	0,35	2,09	1,45 ± 0,18	0,11	0,68	1,29 ± 0,14	0,10	0,60

Numune kodu	Ca			Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S11-11	<LOQ			0,081 ± 0,005	0,006	0,038	0,389 ± 0,021	0,030	0,183
GB-B-S11-12	1,05 ± 0,05	0,08	0,49	0,045 ± 0,007	0,004	0,021	0,086 ± 0,001	0,007	0,040
GB-B-S11-13	2,23 ± 0,06	0,17	1,05	0,035 ± 0,001	0,003	0,016	0,065 ± 0,009	0,005	0,031

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S11-11	0,249 ± 0,005	0,019	0,117	<LOQ	3,74	0,29	1,75
GB-B-S11-12	0,139 ± 0,003	0,011	0,065	<LOQ	5,52	0,43	2,59
GB-B-S11-13	0,098 ± 0,001	0,008	0,046	<LOQ	9,62	0,75	4,51

EK 111. S11-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Mg		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S11-21	2,17 ± 0,09	0,17	1,02	0,52 ± 0,01	0,04	0,24	<LOQ		
GB-B-S11-22	4,09 ± 0,38	0,32	1,92	0,69 ± 0,04	0,05	0,32	<LOQ		
GB-B-S11-23	4,89 ± 0,07	0,38	2,29	1,49 ± 0,07	0,12	0,70	1,19 ± 0,05	0,09	0,56

Numune kodu	Ca			Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S11-21	<LOQ			0,085 ± 0,004	0,007	0,040	0,331 ± 0,017	0,026	0,155
GB-B-S11-22	<LOQ			0,032 ± 0,003	0,003	0,015	0,261 ± 0,003	0,020	0,122
GB-B-S11-23	1,85 ± 0,27	0,14	0,87	0,028 ± 0,000	0,002	0,013	0,068 ± 0,002	0,005	0,032

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S11-21	0,240 ± 0,002	0,019	0,113	<LOQ	3,35	0,26	1,57
GB-B-S11-22	0,193 ± 0,003	0,015	0,090	<LOQ	5,26	0,41	2,47
GB-B-S11-23	0,175 ± 0,003	0,014	0,082	<LOQ	9,69	0,76	4,54

EK 112. S11-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-B'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Mg		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S11-31	2,21 ± 0,33	0,17	1,04	0,54 ± 0,03	0,04	0,25	<LOQ		
GB-B-S11-32	3,53 ± 0,21	0,28	1,65	0,66 ± 0,02	0,05	0,31	<LOQ		
GB-B-S11-33	5,76 ± 0,14	0,45	2,70	1,44 ± 0,15	0,11	0,68	1,32 ± 0,12	0,10	0,62

Numune kodu	Ca			Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S11-31	1,91 ± 0,10	0,15	0,90	0,080 ± 0,003	0,006	0,037	0,317 ± 0,011	0,025	0,149
GB-B-S11-32	1,91 ± 0,17	0,15	0,89	0,050 ± 0,006	0,004	0,024	0,076 ± 0,007	0,006	0,036
GB-B-S11-33	<LOQ			0,036 ± 0,003	0,003	0,017	0,063 ± 0,004	0,005	0,029

Numune kodu	Zn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-B-S11-31	0,296 ± 0,002	0,023	0,139	<LOQ	5,36	0,42	2,51
GB-B-S11-32	0,109 ± 0,001	0,009	0,051	<LOQ	6,33	0,49	2,97
GB-B-S11-33	0,103 ± 0,001	0,008	0,048	<LOQ	8,72	0,68	4,09

EK 113. S1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Mg			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S1-11	195,8 ± 31,8	13,6	81,6	1,80 ± 0,56	0,12	0,75	28,9 ± 10,2	2,0	12,0
GB-D2-S1-12	444,1 ± 14,8	30,8	185,0	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S1-13	694,9 ± 4,8	48,3	289,6	<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Al			Ba		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S1-11	2,56 ± 0,59	0,18	1,06	<LOQ		
GB-D2-S1-12	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S1-13	<LOQ			0,153 ± 0,005	0,011	0,064

Numune kodu	Pb			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S1-11	0,037 ± 0,034	0,003	0,015	<LOQ	229,02	15,90	95,42
GB-D2-S1-12	<LOQ			<LOQ	444,09	30,84	185,04
GB-D2-S1-13	<LOQ			<LOQ	695,08	48,27	289,62

EK 114. S2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Fe			Ba		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S2-11	359,8 ± 34,4	19,1	114,8	14,62 ± 1,49	0,78	4,67	0,045 ± 0,003	0,002	0,014
GB-D2-S2-12	717,5 ± 105,9	38,2	229,0	7,39 ± 0,11	0,39	2,36	<LOQ		
GB-D2-S2-13	795,4 ± 15,1	42,3	253,9	3,86 ± 0,38	0,21	1,23	<LOQ		

Numune kodu	K			Co		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S2-11	0,112 ± 0,023	0,006	0,036	0,053 ± 0,031	0,003	0,017
GB-D2-S2-12	0,013 ± 0,005	0,001	0,004	0,012 ± 0,022	0,001	0,004
GB-D2-S2-13	<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Mn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S2-11	0,103 ± 0,003	0,005	0,033	<LOQ	374,69	19,93	119,58
GB-D2-S2-12	0,041 ± 0,001	0,002	0,013	<LOQ	724,96	38,56	231,37
GB-D2-S2-13	<LOQ			<LOQ	799,28	42,52	255,09

EK 115. S3-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Ba			Cu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S3-11	441,3 ± 3,4	11,6	69,7	0,120 ± 0,001	0,003	0,019	0,425 ± 0,003	0,011	0,067
GB-D2-S3-12	577,8 ± 4,8	15,2	91,2	0,060 ± 0,003	0,002	0,009	<LOQ		
GB-D2-S3-13	624,9 ± 2,1	16,4	98,7	<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Mn			Ti			Cr		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S3-11	0,017 ± 0,001	0,000	0,003	0,021 ± 0,018	0,001	0,003	0,047 ± 0,003	0,001	0,007
GB-D2-S3-12	<LOQ			<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S3-13	<LOQ			<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Sn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S3-11	<LOQ			<LOQ	441,89	11,63	69,77
GB-D2-S3-12	<LOQ			<LOQ	577,90	15,21	91,25
GB-D2-S3-13	0,022 ± 0,001	0,001	0,003	<LOQ	624,95	16,45	98,68

EK 116. S3-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S3-21	389,1 ± 41,2	21,4	128,3	8,45 ± 1,09	0,46	2,79	9,76 ± 0,92	0,54	3,22
GB-D2-S3-22	427,5 ± 43,0	23,5	140,9	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S3-23	472,0 ± 15,0	25,9	155,6	<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Ba			Pb			Ti		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S3-21	0,087 ± 0,006	0,005	0,029	0,321 ± 0,078	0,018	0,106	0,049 ± 0,040	0,003	0,016
GB-D2-S3-22	0,015 ± 0,001	0,001	0,005	0,191 ± 0,030	0,011	0,063	<LOQ		
GB-D2-S3-23	0,010 ± 0,002	0,001	0,003	<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Cr			Sn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S3-21	0,011 ± 0,006	0,001	0,004	0,282 ± 0,001	0,016	0,093	<LOQ	408,05	22,42	134,52
GB-D2-S3-22	<LOQ			0,017 ± 0,001	0,001	0,006	<LOQ	427,73	23,50	141,01
GB-D2-S3-23	<LOQ			<LOQ			<LOQ	472,02	25,94	155,61

EK 117. S3-3 ve S3-4 kodlu silikon numunelerden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Ba			Cu				
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L		mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	
GB-D2-S3-31	432,5 ± 70,8	23,8	142,6	0,057 ± 0,003		0,003	0,019	0,489 ± 0,063		0,027	0,161
GB-D2-S3-32	503,3 ± 9,7	27,7	165,9	<LOQ				<LOQ			
GB-D2-S3-33	562,9 ± 7,3	30,9	185,6	<LOQ				<LOQ			

Numune kodu	Cr			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/L	mg/dm ²
GB-D2-S3-31	0,025 ± 0,001	0,001	0,008	<LOQ	433,08	23,80	142,77
GB-D2-S3-32	<LOQ			<LOQ	503,26	27,65	165,91
GB-D2-S3-33	<LOQ			<LOQ	562,93	30,93	185,58

Numune kodu	Si			Ca			Fe				
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L		mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	
GB-D2-S3-41	433,3 ± 9,5	23,8	142,8	94,2 ± 8,1		5,2	31,1	0,70 ± 0,17		0,04	0,23
GB-D2-S3-42	454,3 ± 32,8	25,0	149,8	<LOQ				9,23 ± 0,85		0,51	3,04
GB-D2-S3-43	521,3 ± 61,0	28,6	171,8	<LOQ				<LOQ			

Numune kodu	Pb			Mn			Ti				
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L		mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	
GB-D2-S3-41	0,659 ± 0,050	0,036	0,217	0,155 ± 0,006		0,009	0,051	0,289 ± 0,042		0,016	0,095
GB-D2-S3-42	<LOQ			<LOQ				<LOQ			
GB-D2-S3-43	<LOQ			<LOQ				<LOQ			

Numune kodu	Cr			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/L	mg/dm ²
GB-D2-S3-41	0,109 ± 0,006	0,006	0,036	<LOQ	529,41	29,09	174,53
GB-D2-S3-42	<LOQ			<LOQ	463,57	25,47	152,82
GB-D2-S3-43	<LOQ			<LOQ	521,26	28,64	171,84

EK 118. S4-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Ca			Ba		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S4-11	182,1 ± 24,6	12,6	75,9	34,6 ± 2,6	2,4	14,4	0,038 ± 0,008	0,003	0,016
GB-D2-S4-12	491,7 ± 13,9	34,1	204,9	13,5 ± 2,2	0,9	5,6	0,106 ± 0,015	0,007	0,044
GB-D2-S4-13	569,0 ± 53,0	39,5	237,1	<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Ti			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S4-11	0,113 ± 0,003	0,008	0,047	<LOQ	216,85	15,06	90,35
GB-D2-S4-12	0,031 ± 0,003	0,002	0,013	<LOQ	505,33	35,09	210,55
GB-D2-S4-13	<LOQ			<LOQ	569,01	39,51	237,09

EK 119. S4-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Mg			Ca			Fe		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S4-21	387,6 ± 27,5	19,7	118,0	12,06 ± 0,89	0,61	3,67	100,2 ± 13,7	5,1	30,5	25,85 ± 1,68	1,31	7,87
GB-D2-S4-22	315,3 ± 0,9	16,0	95,9	1,90 ± 0,47	0,10	0,58	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S4-23	303,9 ± 29,9	15,4	92,5	<LOQ			<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Al			Zn			Ba			Pb		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S4-21	<LOQ			20,48 ± 0,19	1,04	6,23	0,043 ± 0,004	0,002	0,013	0,165 ± 0,062	0,008	0,050
GB-D2-S4-22	<LOQ			1,48 ± 0,09	0,08	0,45	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S4-23	5,55 ± 0,70	0,28	1,69	<LOQ			<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Cu			Mn			Ti		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S4-21	0,578 ± 0,003	0,029	0,176	0,290 ± 0,022	0,015	0,088	<LOQ		
GB-D2-S4-22	<LOQ			<LOQ			0,026 ± 0,021	0,001	0,008
GB-D2-S4-23	<LOQ			<LOQ			0,329 ± 0,028	0,017	0,100

Numune kodu	Cr			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)		mg/L	mg/L	mg/dm ²
GB-D2-S4-21	<LOQ			<LOQ	547,28	27,76	166,56
GB-D2-S4-22	0,061 ± 0,009	0,003	0,018	<LOQ	318,73	16,17	97,01
GB-D2-S4-23	0,137 ± 0,011	0,007	0,042	<LOQ	309,94	15,72	94,33

EK 120. S4-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Mg		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S4-31	370,5 ± 2,3	18,8	112,8	1,37 ± 0,33	0,07	0,42	3,19 ± 0,18	0,16	0,97
GB-D2-S4-32	496,3 ± 17,9	25,2	151,0	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S4-33	752,4 ± 41,8	38,2	229,0	<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Ca			Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S4-31	58,6 ± 4,3	3,0	17,8	5,72 ± 0,17	0,29	1,74	4,40 ± 0,10	0,22	1,34
GB-D2-S4-32	<LOQ			<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S4-33	<LOQ			<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Ba			Pb			Mn		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S4-31	0,070 ± 0,006	0,004	0,021	0,025 ± 0,003	0,001	0,008	0,066 ± 0,004	0,003	0,020
GB-D2-S4-32	0,072 ± 0,008	0,004	0,022	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S4-33	<LOQ			<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Ti			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S4-31	0,072 ± 0,019	0,004	0,022	<LOQ	443,97	22,52	135,12
GB-D2-S4-32	0,039 ± 0,009	0,002	0,012	<LOQ	496,37	25,18	151,07
GB-D2-S4-33	<LOQ			<LOQ	752,43	38,17	229,00

EK 121. S4-4 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Ca			Zn		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S4-41	400,7 ± 29,5	20,3	121,9	7,35 ± 0,73	0,37	2,24	0,215 ± 0,006	0,011	0,066
GB-D2-S4-42	631,0 ± 59,5	32,0	192,0	105,95 ± 0,73	0,54	3,22	<LOQ		
GB-D2-S4-43	686,6 ± 5,2	34,8	209,0	<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Mn			Ti		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S4-41	<LOQ			0,072 ± 0,007	0,004	0,022
GB-D2-S4-42	0,052 ± 0,006	0,003	0,016	0,088 ± 0,004	0,004	0,027
GB-D2-S4-43	0,059 ± 0,009	0,003	0,018	<LOQ		

Numune kodu	Cr			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S4-41	0,049 ± 0,003	0,002	0,015	<LOQ	423,2	21,5	128,8
GB-D2-S4-42	0,032 ± 0,013	0,002	0,010	<LOQ	642,0	32,6	195,4
GB-D2-S4-43	<LOQ			<LOQ	686,7	34,8	209,0

EK 122. S4-5 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Mg			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S4-51	347,8 ± 12,0	17,6	105,9	<LOQ			6,18 ± 0,40	0,31	1,88
GB-D2-S4-52	515,0 ± 44,5	26,1	156,7	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S4-53	565,4 ± 12,1	28,7	172,1	5,44 ± 0,35	0,28	1,66	<LOQ		

Numune kodu	Fe			Zn			Co		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S4-51	0,081 ± 0,002	0,004	0,025	0,070 ± 0,008	0,004	0,021	0,095 ± 0,009	0,005	0,029
GB-D2-S4-52	<LOQ			0,053 ± 0,006	0,003	0,016	<LOQ		
GB-D2-S4-53	<LOQ			<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Mn			Cr			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S4-51	0,040 ± 0,013	0,002	0,012	0,027 ± 0,002	0,001	0,008	<LOQ	355,6	18,0	108,2
GB-D2-S4-52	0,097 ± 0,003	0,005	0,029	<LOQ			<LOQ	515,2	26,1	156,8
GB-D2-S4-53	<LOQ			<LOQ			<LOQ	570,9	29,0	173,7

EK 123. S5 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Mg			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S5-11	306,0 ± 26,5	16,3	97,7	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S5-12	467,7 ± 7,1	24,9	149,3	<LOQ			14,1 ± 0,3	0,8	4,5
GB-D2-S5-13	688,8 ± 16,0	36,6	219,8	2,56 ± 0,20	0,14	0,82	21,1 ± 1,8	1,1	6,7

Numune kodu	Fe			Al			Ba		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S5-11	9,23 ± 0,94	0,49	2,95	<LOQ			0,036 ± 0,007	0,002	0,011
GB-D2-S5-12	<LOQ			<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S5-13	<LOQ			7,14 ± 0,20	0,38	2,28	<LOQ		

Numune kodu	Mn			Ti			Cr		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S5-11	0,062 ± 0,014	0,003	0,020	<LOQ			0,115 ± 0,011	0,006	0,037
GB-D2-S5-12	<LOQ			<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S5-13	<LOQ			0,037 ± 0,016	0,002	0,012	<LOQ		

Numune kodu	Pt			Diğerleri mg/L	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S5-11	0,054 ± 0,002	0,003	0,017	<LOQ	315,5	16,8	100,7
GB-D2-S5-12	0,090 ± 0,001	0,005	0,029	<LOQ	481,9	25,6	153,8
GB-D2-S5-13	0,091 ± 0,001	0,005	0,029	<LOQ	719,7	38,3	229,7

EK 124. S6 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Mg			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S6-11	520,9 ± 10,0	17,6	105,6	1,32 ± 0,09	0,04	0,27	20,5 ± 0,9	0,7	4,2
GB-D2-S6-12	559,7 ± 40,2	18,9	113,4	2,82 ± 0,53	0,10	0,57	<LOQ		
GB-D2-S6-13	650,8 ± 36,9	22,0	131,9	<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Fe			Al			Ti		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S6-11	<LOQ			2,46 ± 0,16	0,08	0,50	<LOQ		
GB-D2-S6-12	<LOQ			<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S6-13	1,35 ± 0,14	0,05	0,27	<LOQ			0,125 ± 0,003	0,004	0,025

Numune kodu	Cr			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S6-11	<LOQ			<LOQ	545,2	18,4	110,5
GB-D2-S6-12	<LOQ			<LOQ	562,5	19,0	114,0
GB-D2-S6-13	0,030 ± 0,007	0,001	0,006	<LOQ	652,3	22,0	132,2

EK 125. S7-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Zn			Pb		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S7-11	407,5 ± 19,1	19,0	114,1	0,042 ± 0,012	0,002	0,012	0,233 ± 0,009	0,011	0,065
GB-D2-S7-12	545,8 ± 112,9	25,5	152,8	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S7-13	544,0 ± 37,4	25,4	152,3	<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Mn			Ti		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S7-11	<LOQ			0,016 ± 0,000	0,001	0,004
GB-D2-S7-12	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S7-13	0,029 ± 0,003	0,001	0,008	<LOQ		

Numune kodu	Cr			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S7-11	<LOQ			<LOQ	407,8	19,0	114,2
GB-D2-S7-12	<LOQ			<LOQ	545,8	25,5	152,8
GB-D2-S7-13	0,021 ± 0,001	0,001	0,006	<LOQ	544,1	25,4	152,3

EK 126. S7-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Fe			Al			K		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S7-21	1,98 ± 0,11	0,09	0,55	3,09 ± 0,12	0,14	0,86	<LOQ		
GB-D2-S7-22	<LOQ			1,54 ± 0,06	0,07	0,43	<LOQ		
GB-D2-S7-23	<LOQ			<LOQ			0,83 ± 0,09	0,04	0,23

Numune kodu	Mn			Ti		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S7-21	0,036 ± 0,004	0,002	0,010	<LOQ		
GB-D2-S7-22	<LOQ			0,018 ± 0,001	0,001	0,005
GB-D2-S7-23	<LOQ			0,146 ± 0,009	0,007	0,041

Numune kodu	Cr			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S7-21	<LOQ			<LOQ	436,7	20,4	122,3
GB-D2-S7-22	0,039 ± 0,002	0,002	0,011	<LOQ	583,5	27,2	163,4
GB-D2-S7-23	0,053 ± 0,001	0,002	0,015	<LOQ	665,6	31,1	186,4

EK 127. S7-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Mg			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S7-31	454,6 ± 28,1	21,2	127,3	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S7-32	458,8 ± 12,0	21,4	128,5	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S7-33	499,4 ± 44,3	23,3	139,8	1,19 ± 0,03	0,06	0,33	22,8 ± 0,7	1,1	6,4

Numune kodu	Fe			Al			Zn		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S7-31	14,20 ± 1,12	0,66	3,98	<LOQ			5,28 ± 0,11	0,25	1,48
GB-D2-S7-32	9,70 ± 1,13	0,45	2,72	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S7-33	<LOQ			4,72 ± 0,11	0,22	1,32	<LOQ		

Numune kodu	Ba			Cu			Mn		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S7-31	<LOQ			<LOQ			0,369 ± 0,025	0,017	0,103
GB-D2-S7-32	<LOQ			<LOQ			0,017 ± 0,001	0,001	0,005
GB-D2-S7-33	0,061 ± 0,005	0,003	0,017	0,491 ± 0,031	0,023	0,137	<LOQ		

Numune kodu	Ti			Cr			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S7-31	<LOQ			0,018 ± 0,000	0,001	0,005	<LOQ	474,5	22,1	132,9
GB-D2-S7-32	0,188 ± 0,023	0,009	0,053	0,047 ± 0,007	0,002	0,013	<LOQ	468,7	21,9	131,2
GB-D2-S7-33	0,307 ± 0,032	0,014	0,086	0,055 ± 0,001	0,003	0,015	<LOQ	529,0	24,7	148,1

EK 128. S8-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Mg			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S8-11	291,1 ± 17,0	19,9	119,6	1,93 ± 0,29	0,13	0,79	8,4 ± 1,9	0,6	3,5
GB-D2-S8-12	403,7 ± 26,1	27,6	165,9	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S8-13	412,3 ± 49,0	28,2	169,5	<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Al			Cu			Mn		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S8-11	4,36 ± 0,38	0,30	1,79	0,508 ± 0,012	0,035	0,209	0,037 ± 0,004	0,003	0,015
GB-D2-S8-12	<LOQ			0,173 ± 0,004	0,012	0,071	<LOQ		
GB-D2-S8-13	<LOQ			0,062 ± 0,017	0,004	0,026	<LOQ		

Numune kodu	Ti			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S8-11	0,029 ± 0,002	0,002	0,012	<LOQ	306,4	21,0	125,9
GB-D2-S8-12	0,031 ± 0,002	0,002	0,013	<LOQ	403,9	27,7	166,0
GB-D2-S8-13	0,052 ± 0,002	0,004	0,021	<LOQ	412,5	28,3	169,5

EK 129. S8-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Ca			Fe		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S8-21	260,9 ± 2,5	17,9	107,2	10,5 ± 1,4	0,7	4,3	1,40 ± 0,28	0,10	0,58
GB-D2-S8-22	277,9 ± 4,7	19,0	114,2	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S8-23	317,6 ± 0,5	21,8	130,5	<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Mn			Ti			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S8-21	0,177 ± 0,004	0,012	0,073	0,073 ± 0,007	0,005	0,030	<LOQ	273,0	18,7	112,2
GB-D2-S8-22	0,051 ± 0,004	0,004	0,021	0,064 ± 0,002	0,004	0,026	<LOQ	278,0	19,0	114,3
GB-D2-S8-23	<LOQ			<LOQ			<LOQ	317,6	21,8	130,5

EK 130. S8-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Ca			Fe		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S8-31	279,7 ± 12,9	19,2	114,9	40,0 ± 1,4	2,7	16,4	<LOQ		
GB-D2-S8-32	314,3 ± 30,6	21,5	129,2	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S8-33	452,9 ± 30,9	31,0	186,1	<LOQ			2,86 ± 0,01	0,20	1,17

Numune kodu	Al			Ba			Cu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S8-31	1,81 ± 0,17	0,12	0,74	0,106 ± 0,016	0,007	0,044	<LOQ		
GB-D2-S8-32	<LOQ			0,094 ± 0,004	0,006	0,038	<LOQ		
GB-D2-S8-33	<LOQ			0,046 ± 0,008	0,003	0,019	0,141 ± 0,007	0,010	0,058

Numune kodu	Mn			Ti			Cr		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S8-31	<LOQ			0,027 ± 0,002	0,002	0,011	<LOQ		
GB-D2-S8-32	<LOQ			<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S8-33	0,108 ± 0,016	0,007	0,044	<LOQ			0,256 ± 0,016	0,018	0,105

Numune kodu	Sn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S8-31	<LOQ			<LOQ	321,6	22,0	132,2
GB-D2-S8-32	<LOQ			<LOQ	314,4	21,5	129,2
GB-D2-S8-33	0,034 ± 0,001	0,002	0,014	<LOQ	456,4	31,3	187,5

EK 131. S8-4 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Fe			Cu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S8-41	254,9 ± 14,5	17,5	104,8	6,72 ± 0,04	0,46	2,76	1,658 ± 0,024	0,114	0,682
GB-D2-S8-42	308,6 ± 5,0	21,1	126,8	11,84 ± 0,40	0,81	4,86	<LOQ		
GB-D2-S8-43	356,0 ± 13,8	24,4	146,3	<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Mn			Ti			Cr		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S8-41	0,127 ± 0,002	0,009	0,052	0,022 ± 0,001	0,001	0,009	<LOQ		
GB-D2-S8-42	0,090 ± 0,001	0,006	0,037	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S8-43	<LOQ			<LOQ			0,250 ± 0,005	0,017	0,103

Numune kodu	Sn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S8-41	0,017 ± 0,002	0,001	0,007	<LOQ	263,47	18,05	108,27
GB-D2-S8-42	<LOQ			<LOQ	320,52	21,95	131,72
GB-D2-S8-43	<LOQ			<LOQ	356,26	24,40	146,41

EK 132. S8-5 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Mg		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S8-51	243,0 ± 8,3	16,6	99,9	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S8-52	280,0 ± 5,6	19,2	115,1	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S8-53	470,4 ± 15,4	32,2	193,3	3,05 ± 0,34	0,21	1,25	2,94 ± 0,07	0,20	1,21

Numune kodu	Al			Ba			Cu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S8-51	<LOQ			<LOQ			0,323 ± 0,041	0,022	0,133
GB-D2-S8-52	<LOQ			<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S8-53	5,10 ± 0,10	0,35	2,10	0,045 ± 0,002	0,003	0,019	<LOQ		

Numune kodu	Mn			Ti		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S8-51	0,100 ± 0,003	0,007	0,041	<LOQ		
GB-D2-S8-52	<LOQ			0,053 ± 0,004	0,004	0,022
GB-D2-S8-53	<LOQ			0,081 ± 0,006	0,006	0,033

Numune kodu	Cr			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S8-51	<LOQ			<LOQ	243,43	16,67	100,04
GB-D2-S8-52	<LOQ			<LOQ	280,06	19,18	115,09
GB-D2-S8-53	0,073 ± 0,002	0,005	0,030	<LOQ	481,72	32,99	197,97

EK 133. S8-6 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Fe			Zn		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S8-61	207,9 ± 21,5	14,2	85,4	1,69 ± 0,28	0,12	0,70	0,31 ± 0,09	0,02	0,13
GB-D2-S8-62	274,2 ± 12,7	18,8	112,7	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S8-63	557,9 ± 5,6	38,2	229,3	<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Ba			Cu			Ti		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S8-61	0,017 ± 0,001	0,001	0,007	0,415 ± 0,011	0,028	0,171	<LOQ		
GB-D2-S8-62	0,039 ± 0,002	0,003	0,016	0,035 ± 0,004	0,002	0,014	0,158 ± 0,012	0,011	0,065
GB-D2-S8-63	0,043 ± 0,003	0,003	0,018	<LOQ			0,281 ± 0,037	0,019	0,115

Numune kodu	Cr			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S8-61	0,017 ± 0,000	0,001	0,007	<LOQ	210,44	14,41	86,48
GB-D2-S8-62	0,018 ± 0,000	0,001	0,007	<LOQ	274,42	18,80	112,78
GB-D2-S8-63	0,031 ± 0,006	0,002	0,013	<LOQ	558,28	38,24	229,43

EK 134. S8-7 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Na			Mg			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S8-71	246,6 ± 20,5	14,5	87,0	<LOQ			<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S8-72	433,4 ± 28,0	25,5	153,0	<LOQ			<LOQ			16,4 ± 0,2	1,0	5,8
GB-D2-S8-73	451,9 ± 14,3	26,6	159,5	6,62 ± 1,06	0,39	2,34	3,68 ± 0,32	0,22	1,30	57,2 ± 4,5	3,4	20,2

Numune kodu	Fe			Al			Cu			K		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S8-71	5,01 ± 0,39	0,29	1,77	<LOQ			0,381 ± 0,051	0,022	0,135	<LOQ		
GB-D2-S8-72	1,49 ± 0,04	0,09	0,53	<LOQ			0,060 ± 0,004	0,004	0,021	<LOQ		
GB-D2-S8-73	<LOQ			8,24 ± 0,39	0,48	2,91	<LOQ			1,56 ± 0,09	0,09	0,55

Numune kodu	Mn			Ti			Cr		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S8-71	0,100 ± 0,014	0,006	0,035	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S8-72	0,013 ± 0,001	0,001	0,005	<LOQ			0,070 ± 0,006	0,004	0,025
GB-D2-S8-73	<LOQ			0,308 ± 0,014	0,018	0,109	0,097 ± 0,008	0,006	0,034

Numune kodu	Sn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)	mg/L	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S8-71	<LOQ			<LOQ	252,09	14,83	88,97
GB-D2-S8-72	<LOQ			<LOQ	451,42	26,55	159,32
GB-D2-S8-73	0,165 ± 0,006	0,010	0,058	<LOQ	529,76	31,16	186,98

EK 135. S9 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Mg			Ca		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S9-11	198,2 ± 2,0	17,9	107,1	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S9-12	537,9 ± 15,4	48,5	290,8	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S9-13	585,4 ± 3,4	52,7	316,4	3,70 ± 0,13	0,33	2,00	9,9 ± 0,3	0,9	5,4

Numune kodu	Fe			Al			Zn		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S9-11	0,73 ± 0,10	0,07	0,39	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S9-12	<LOQ			<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S9-13	<LOQ			4,09 ± 0,08	0,37	2,21	1,46 ± 0,03	0,13	0,79

Numune kodu	Mn			Ti		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S9-11	0,237 ± 0,010	0,021	0,128	<LOQ		
GB-D2-S9-12	<LOQ			0,172 ± 0,014	0,016	0,093
GB-D2-S9-13	<LOQ			0,080 ± 0,015	0,007	0,043

Numune kodu	Cr			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S9-11	0,237 ± 0,014	0,021	0,128	<LOQ	199,4	18,0	107,8
GB-D2-S9-12	<LOQ			<LOQ	538,1	48,5	290,9
GB-D2-S9-13	<LOQ			<LOQ	604,7	54,5	326,9

EK 136. S10 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Zn		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S10-11	300,1 ± 14,4	26,2	157,0	0,34 ± 0,01	0,03	0,18
GB-D2-S10-12	418,4 ± 12,6	36,5	218,9	<LOQ		
GB-D2-S10-13	500,8 ± 18,4	43,7	262,1	<LOQ		

Numune kodu	K			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S10-11	2,95 ± 0,63	0,26	1,55	<LOQ	303,38	26,46	158,75
GB-D2-S10-12	<LOQ			<LOQ	418,43	36,49	218,94
GB-D2-S10-13	<LOQ			<LOQ	500,84	43,68	262,07

EK 137. S11-1 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Fe			Al		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S11-11	280,7 ± 7,1	21,9	131,6	7,29 ± 1,30	0,57	3,42	<LOQ		
GB-D2-S11-12	352,8 ± 7,8	27,6	165,4	0,35 ± 0,16	0,03	0,16	<LOQ		
GB-D2-S11-13	491,3 ± 25,8	38,4	230,3	<LOQ			2,94 ± 0,13	0,23	1,38

Numune kodu	Zn			Ba			Pb		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S11-11	3,30 ± 0,01	0,26	1,55	0,024 ± 0,001	0,002	0,011	0,045 ± 0,010	0,004	0,021
GB-D2-S11-12	<LOQ			<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S11-13	<LOQ			<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Cu			Mn			Ti		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S11-11	<LOQ			0,589 ± 0,007	0,046	0,276	<LOQ		
GB-D2-S11-12	0,141 ± 0,009	0,011	0,066	0,020 ± 0,003	0,002	0,009	<LOQ		
GB-D2-S11-13	0,233 ± 0,004	0,018	0,109	<LOQ			0,030 ± 0,008	0,002	0,014

Numune kodu	Cr			Diğerleri mg/L	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S11-11	0,612 ± 0,008	0,048	0,287	<LOQ	358,14	27,98	167,88
GB-D2-S11-12	0,016 ± 0,001	0,001	0,007	<LOQ	353,37	27,61	165,64
GB-D2-S11-13	<LOQ			<LOQ	494,57	38,64	231,83

EK 138. S11-2 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Mg			Fe		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S11-21	289,5 ± 17,5	22,6	135,7	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S11-22	282,0 ± 3,5	22,0	132,2	<LOQ			8,39 ± 0,03	0,66	3,93
GB-D2-S11-23	333,5 ± 32,7	26,1	156,3	2,69 ± 0,12	0,21	1,26	7,79 ± 0,03	0,61	3,65

Numune kodu	Al			Zn			Ba		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S11-21	<LOQ			0,216 ± 0,003	0,017	0,101	0,064 ± 0,013	0,005	0,030
GB-D2-S11-22	<LOQ			<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S11-23	9,18 ± 0,25	0,72	4,30	<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Pb			Mn		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S11-21	0,302 ± 0,017	0,024	0,141	<LOQ		
GB-D2-S11-22	0,098 ± 0,011	0,008	0,046	0,033 ± 0,003	0,003	0,015
GB-D2-S11-23	<LOQ			0,076 ± 0,003	0,006	0,036

Numune kodu	Ti			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)		mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S11-21	<LOQ			<LOQ	290,10	22,66	135,98
GB-D2-S11-22	0,010 ± 0,001	0,001	0,005	<LOQ	290,54	22,70	136,19
GB-D2-S11-23	0,018 ± 0,000	0,001	0,008	<LOQ	353,27	27,60	165,60

EK 139. S11-3 kodlu silikon numuneden herbir tekrardan GB-D2'ye geçen elementler ve toplam miktarları

Numune kodu	Si			Fe			Zn		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)
GB-D2-S11-31	244,2 ± 6,4	19,1	114,5	2,08 ± 0,08	0,16	0,98	0,90 ± 0,01	0,07	0,42
GB-D2-S11-32	267,0 ± 18,3	20,9	125,2	<LOQ			<LOQ		
GB-D2-S11-33	469,6 ± 14,2	36,7	220,1	<LOQ			<LOQ		

Numune kodu	Pb			Mn			Diğerleri	Toplam Element Migrasyonu		
	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/dm ²	mg/kg(6dm ²)	mg/L	mg/L	mg/dm ²	mg/kg (6dm ²)
GB-D2-S11-31	0,257 ± 0,045	0,020	0,121	0,162 ± 0,002	0,013	0,076	<LOQ	247,6	19,3	116,1
GB-D2-S11-32	<LOQ			<LOQ			<LOQ	267,0	20,9	125,2
GB-D2-S11-33	<LOQ			<LOQ			<LOQ	469,6	36,7	220,1

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Adnan Fatih DAĞDELEN
Doğum Yeri ve Tarihi : Elazığ – 1979
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Özel Serhat Erkek Fen Lisesi – 1997
Lisans : Uludağ Ünv. Gıda Müh. Bölümü – 2001
Yüksek Lisans : Uludağ Ünv. Fen Bilimleri Enst. – 2005

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Uludağ Ünv. Gıda Müh. Bölümü 2002-2005
Gıda ve Yem Kont. Merkez. Araş. Enst. 2005-
İletişim (e-posta) : adnanfatihd@yahoo.com

Yayımları

Gürbüz, O., Göçmen, D., Özmen, N., Dağdelen, A.F. 2010. Effects of Yeast, Fermentation Time, and Preservation Methods on Tarhana, *Prep Biochem Biotech*, 40: 263–275.

Güldaş, M., Dağdelen, A.F., Biricik, G.F. 2008. Determination and comparison of some trace elements in different chocolate types produced in Turkey, *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6(3&4): 132-136.

Dağdelen, A.F., Göçmen, D. 2007. Effects of Glucose Oxidase, Hemicellulase and Ascorbic Acid on Dough and Bread Quality, *Journal of Food Quality*, 30 (6): 1009-1022.

Gürbüz, O., Göçmen, D., Dağdelen, A.F., Gürsoy, M., Aydın, S., Şahin, İ., Büyükuysal, L., Usta, M. 2007. Determination of *flavon-3-ols* and *trans-resveratrol* in grapes and wine using HPLC with fluorescence detection, *Food Chemistry*, 100(2): 518-525.

Göçmen, D., Gürbüz, O., Yıldırım, A., Dağdelen, A.F., Şahin, İ. 2007. The Effects of Wheat Sourdough on Glutenin Patterns, Dough Rheology and Bread Properties, *Eur Food Res Technol.*, 225: 821-830.

Değirmencioğlu, N., Göçmen, D., Dağdelen, A., Dağdelen, A.F. 2005. Influence of Tarhana Herb (*Echinophora sibthorpiana*) on Fermentation of Tarhana, Turkish Traditional Fermented Food, *Food Technol. Biotechnol.*, 43: 175-179.

Göçmen, D., Gürbüz, O., Rouseff, R.L., Smoot, J.M., Dağdelen, A.F. 2004. Gas Chromatographic-Olfactometric Characterization of Aroma Active Compounds in Sun Dried and Vacuum Dried Tarhana, *European Food Research and Technology*, 218(6): 573-578.