

RAFİNE YAĞLARDA VE RAFİNE YAĞLARLA ÜRETİLEN GIDA ÜRÜNLERİNDE

**3-MONOKLOROPROPAN-1, 2- DİOL (3-MCPD)
VE GLİSİDİL ESTERLERİN (GE)**

**ÖNLENMESİ VE AZALTILMASINA
YÖNELİK İYİ UYGULAMA KILAVUZU**

2026



www.tarimorman.gov.tr

Basım Tarihi: Haziran 2026



Bahçeden sofraya
her damlada kusursuz kalite
ve güvenilir üretim rehberi



İbrahim YUMAKLI
Tarım ve Orman Bakanı

İÇİNDEKİLER

AMAÇ	6
KAPSAM	8
TANIMLAR	10
GİRİŞ	12
ÖNERİLEN UYGULAMALAR	14
BİTKİSEL YAĞLAR İÇİN TARIMSAL UYGULAMALAR	16
YAĞ ÜRETİMİ VE RAFİNASYON	17
Ham Yağ Üretimi ve İşlenmesi	17
Degumming	18
Nötralizasyon	18
Ağartma	18
Deodorizasyon	19
RAFİNASYON SONRASI İŞLEMLER (POST-REFINING).....	20
RAFİNE YAĞLARIN SEÇİMİ VE BU YAĞLARLA ÜRETİLEN GIDALARDA KULLANIMI	21
Yağların seçimi	21
Proses modifikasyonları	21
3-MCPDE VE GE'LERİ ÖNLEME VE AZALTILMAYA YÖNELİK OLASI ÖNLEMLER	22
NASIL YARDIM ALABİLİRSİNİZ	25





AMAÇ

Meyveler, tohumlar, sert kabuklu yemişler ve balıklar gibi çeşitli ürünlerden elde edilen bitkisel yağlar ve balık yağları, “yenilebilir yağlar” olarak sınıflandırılmaktadır. Bu yağların rafine edilmesi (yaklaşık 200 °C veya daha yüksek sıcaklıklarda) 3-MCPD, 3-MCPDE’ler ve GE’lerin oluşumuna neden olabilir.

Bu Kılavuz 3-MCPD, 3-MCPDE ve GE oluşumunda rol oynayan faktörlerin anlaşılmasını kolaylaştırmayı, üretim zincirinin tüm aşamalarında alınabilecek kontrol önlemlerini açıklamayı, gıdalarda ve gıda bileşeni olarak kullanılan yağlarda bu bileşiklerin oluşumunun önlenmesi ve seviyelerinin azaltılmasına yönelik rehberlik yapmayı amaçlamaktadır.

Bu kılavuzda; işletmeleri ilgilendiren temel yasal düzenlemeler çerçevesinde yerine getirilmesi gereken hususlar ile bu hususların nasıl uygulanacağı açıklanmaktadır. Her işletme, ilgili mevzuatın gerektirdiği sorumlulukları yerine getirmek, uygulamak ve kontrol etmekle yükümlüdür.





KAPSAM

Rafine Yağlarda ve Rafine Yağlarla Üretilen Gıda Ürünlerinde 3-MCPD, 3-MCPDE ve GE Oluşumunun Önlenmesi ve Azaltılmasına Yönelik İyi Uygulama Kılavuzu;

Rafine yağlar ile rafine yağ içeren gıdalardaki 3-MCPD, 3-MCPDE ve GE oluşumunun önlenmesi ve azaltılmasına yöneliktir. Aynı zamanda bebek formülleri ve devam formüllerinde kullanılan rafine yağlar için de uygulanır.





Bu Kılavuz; 3-MCPD, 3-MCPDE ve GE oluşumunu önlemeye ve azaltmaya yönelik aşağıdaki üç temel stratejiyi kapsamaktadır.



(i) Birincil üretimden başlayarak önerilen uygulamalar,



(ii) Üretim süreçlerinde önerilen kontrol önlemleri,



(iii) Rafine yağların seçiminde ve bu yağlarla üretilen gıda ürünlerinde kullanımında dikkat edilmesi gereken hususlar.

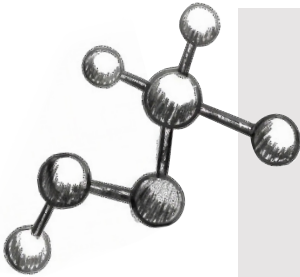
TANIMLAR

3-MCPD: 3-monokloropropan-1,2-diol (3-MCPD) ve 2-monokloropropan-1,3-diol (2-MCPD), gıdaların işlenmesi sırasında oluşabilen maddelerdir. İşlenmiş gıdalarda görülen 3-MCPD, gıdaya kasten eklenen bir madde değil, bir "bulaşan"dır.

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından 3-MCPD ve yağ asidi esterleri (MCPD eş değerleri olarak ifade edilen) için vücut ağırlığı başına günlük 2 µg/kg grup TDI (tolere edilebilir günlük alım) değeri belirlenmiştir. 3-MCPD, Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) tarafından "insanlar için muhtemel kanserojen" (Grup 2B) olarak sınıflandırılmıştır.

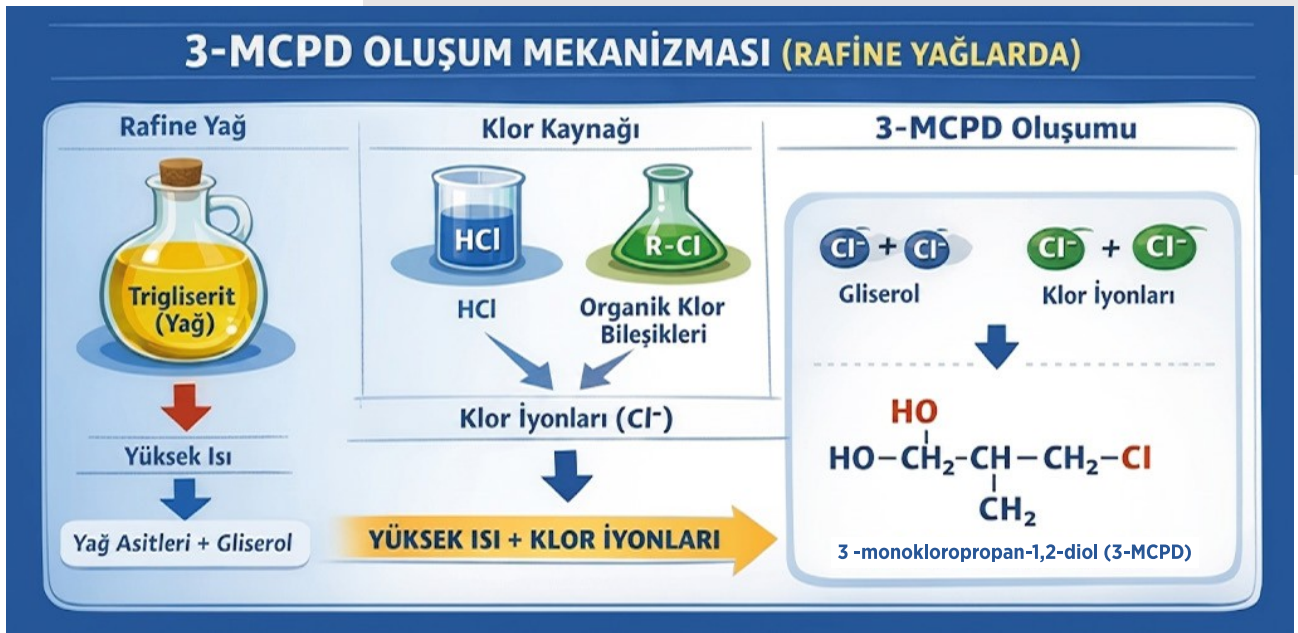


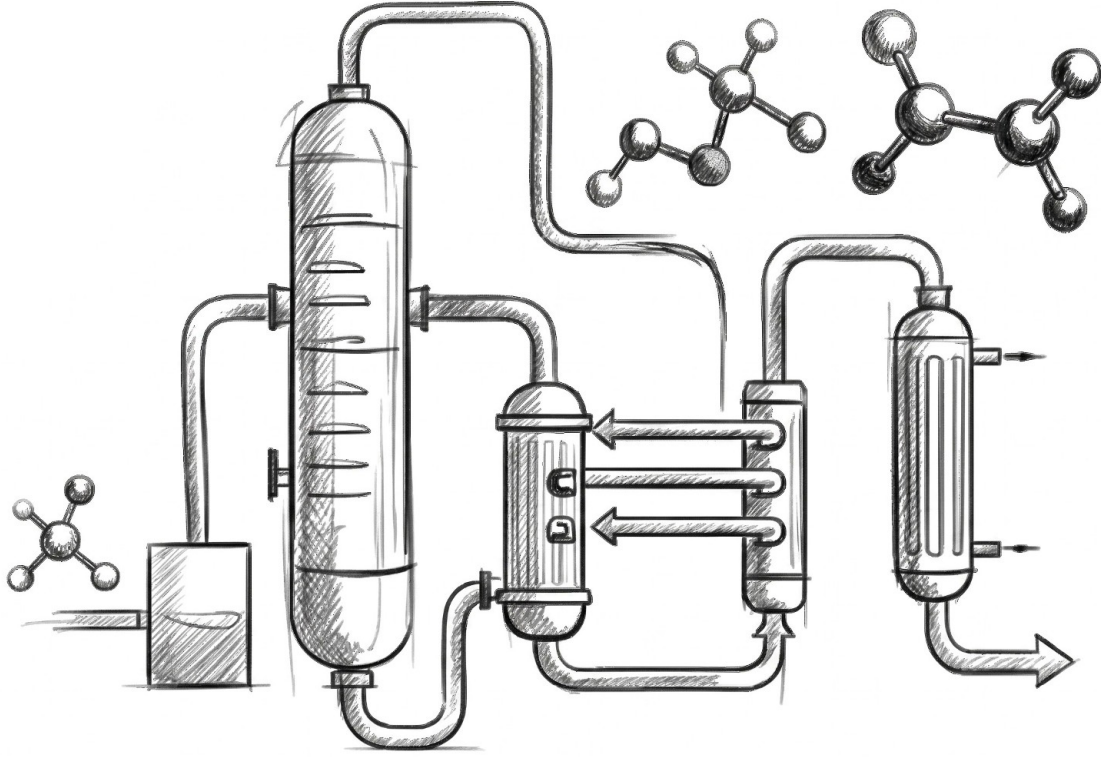
3- ve 2-MCPD esterleri ile glisidil esterleri, işlenmiş bitkisel yağların bulaşanlarıdır. 3- ve 2-MCPD ile bunların esterleri; yenilebilir yağların rafinasyon sürecindeki koku giderme (deodorizasyon) aşamasında, klor bileşiklerinin varlığında gerçekleşen reaksiyonlar sonucunda oluşmaktadır.



3-MCPD Oluşum Mekanizması;

Trigliseritlerin ortamda bulunan klor öncü maddeleriyle asidik koşullarda, 140 °C de esterleşmesiyle oluşur.





3-MCPDE: 3-monokloropropan-1,2-diol ile yağ asitlerinden türetilen esterlerdir.

3-MCPD esterleri; işlenmiş bitkisel yağlarda, özellikle deodorizasyon aşamasında oluşan işlem kaynaklı bulaşanlardır.

Serbest MCPD'den farklıdır; ancak sindirimde serbest MCPD'ye dönüşebilirler.

Glisidol: Bazı gıdalarda özellikle rafine edilmiş bitkisel yağlarda oluşabilen reaktif ve potansiyel olarak zararlı bir kimyasal bileşiktir.

GE: Glisidil esterleri (GE), glisidol ile yağ asitlerinden türetilen esterlerdir. Yağ içeren gıdalarda özellikle rafine bitkisel yağlarda oluşan, işlem kaynaklı bir bulaşan grubudur. GE oluşumu yaklaşık 200 °C sıcaklıkta başlar ve sıcaklık yükseldikçe artış gösterir. Bu bileşiklerin oluşumunda temel olarak diaçilgliseroller (DAG) önemli bir rol oynar; oluşum süreci, klorlanmış bileşiklerin varlığına ihtiyaç duymaz.

Açilgliserol: Yağ asitlerinin gliserolle oluşturduğu esterlerdir. Gıdalarda kullanılan katı ve sıvı yağlarda bulunan gliserolün mono-, di- ve tri esterlerinden oluşan karışımlardır. Bu karışımların içerisinde az miktarda serbest yağ asidi ve gliserol bulunabilir. Sınıflandırma; MAG (monoaçilgliseroller), DAG (diaçilgliseroller), TAG (triaçilgliseroller) şeklindedir.

GİRİŞ

1. Meyveler, tohumlar, sert kabuklu yemişler ve balıklar gibi çeşitli ürünlerden elde edilen bitkisel yağlar ve balık yağları, “yenilebilir yağlar” olarak sınıflandırılır. Bu yağların rafine edilmesi (yaklaşık 200 °C veya daha yüksek sıcaklıklarda) 3-MCPD, 3-MCPDE’ler ve GE’lerin oluşumuna neden olabilir.
2. 3-MCPD, 3-MCPDE ve GE’ye rafine edilmiş yağlar, bebek formülleri, takviye edici gıdalar, kızartılmış gıdalar, hafif fırıncılık ürünleri gibi rafine yağ içeren çeşitli gıda ürünlerinin tüketimi yoluyla maruz kalınabilir.
3. Toksikoloji çalışmaları, 3-MCPDE ve 3-MCPD’nin böbrekler ve erkek üreme organları üzerinde etkileri olduğunu ve genotoksik olmayan karsinogen olduğunu göstermektedir. GE ve glisidol ise genotoksik karsinogenlerdir.
4. JECFA’nın 83. toplantısı, 3-MCPD, 3-MCPDE, GE ve glisidolü değerlendirmiş ve bebek formüllerinde 3-MCPDE ve 3-MCPD’nin azaltılması için önlemlerin uygulanmasını; ayrıca özellikle bebek formülleri ve devam formüllerinde kullanılmak üzere, yağlar ve yağlarda GE ve glisidolün azaltılmasına yönelik çalışmaların sürdürülmesini tavsiye etmiştir.
5. Rafine edilmemiş farklı yağların, deodorizasyon işlemi boyunca 3-MCPDE ve GE oluşturma kapasiteleri farklılık gösterir.
6. Rafinasyon sırasında uygulanan işlem koşulları, tüm yağ türlerinde 3-MCPDE ve GE oluşumu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Çoğu rafine edilmemiş yağda tespit edilebilir düzeyde 3-MCPDE veya GE bulunmamaktadır.
7. Bitkisel yağlarda rafinasyon sırasında 3-MCPDE ve GE oluşum kapasitesine iklim, toprak özellikleri, bitki veya ağacın büyüme koşulları, genotip ve hasat teknikleri, depolama koşulları gibi faktörler etki eder. Bu faktörlerin tümü 3-MCPDE ve GE öncüllerinin (örneğin açilgliseroller ve klor içeren bileşikler) düzeylerini etkiler.
8. 3-MCPDE esas olarak klor içeren bileşikler ile TAG, DAG ve MAG gibi açilgliseroller arasındaki reaksiyon sonucu oluşur. GE, ise öncelikle DAG’ler veya MAG’ler üzerinden oluşur.
9. Bazı klorlu bileşikler, 3-MCPDE oluşumunun öncülleridir. Yağ elde edilen bitkiler veya ağaçlar, büyüme süreçlerinde topraktan (gübre ve pestisitler dahil) ve sudan klorür iyonlarını (klorlu bileşikler şeklinde) absorbe ederler; bu klorür iyonları reaktif klorlu bileşiklere dönüşür ve yağ rafinasyonu sırasında 3-MCPDE oluşumuna yol açar.
10. Yağlı meyveler ve tohumlar lipaz enzimi içerir; meyvelerde lipaz aktivitesi olgunlaşma ile artarken, tohumlardaki lipaz aktivitesi sabit kalır. Lipaz, olgun ve/veya uygun şekilde depolanmayan meyvelerdeki yağ ile etkileşime girerek TAG’leri hızla serbest yağ asitlerine (FFA’lar), DAG’ler ve MAG’lere dönüştürür. Uygun şekilde depolanan tohumlardaki lipazın etkisi ise önemsizdir.
11. GE oluşumu yaklaşık 200°C’de başlar ve sıcaklık arttıkça GE oluşumu katlanarak artar. DAG’ler toplam lipidlerin %3–4’ünü aştığında GE oluşma potansiyeli artar. 3-MCPDE oluşumu ise 160–200°C gibi daha düşük sıcaklıklarda başlar ve daha yüksek sıcaklıklarda oluşum artmaz.

12. 3-MCPDE ve GE farklı mekanizmalarla oluştuğu için, oluşumlarını kontrol altına almak amacıyla farklı önleme ve azaltma stratejileri gereklidir. Farklı oluşum mekanizmalarından dolayı, genellikle tek bir yağ örneğindeki 3-MCPDE ve GE'nin görece seviyeleri arasında bir ilişki yoktur.

13. **GE'nin, 3-MCPDE'ye göre azaltılması genellikle daha kolaydır, çünkü oluşumu doğrudan yüksek sıcaklıklarla ilişkilidir** (yaklaşık 200°C'de başlar ve 230°C'nin üzerinde daha önemli hâle gelir). GE öncelikle DAG'lerden oluşur ve klorlu bileşiklerin varlığını gerektirmez. Yağlar GE oluşumunu önlemek için 230°C'nin altında deodorize edilebilir. Ancak, 3-MCPDE oluşumuna yol açacak eşik sıcaklığın (160–200°C) altına deodorize sıcaklığını düşürmek uygulanabilir değildir, çünkü bu yağın kalite ve güvenliğini etkileyebilir.

14. 3-MCPDE ve GE öncelikle deodorizasyon sırasında oluşsa da önleme ve azaltma işlemleri yenilebilir yağ üretim zincirinin tüm aşamalarında bitkisel yağlar için tarımsal uygulamalardan (ör. meyve ve tohumların yetiştirilmesi, hasat edilmesi, taşınması ve depolanması), yağ çıkarma ve rafinasyon işlemlerine (örneğin, ham yağ üretimi ve işlenmesi, ağartma ve deodorizasyon ve rafinasyon sonrası önlemlere (örneğin, ek ağartma ve deodorizasyon uygulamaları, aktif ağartma toprağı kullanımı) kadar uygulanabilir. Mümkünse, 3-MCPDE ve GE oluşumunu en aza indirmek için öncüllerin işleme zincirinin daha erken aşamalarında uzaklaştırılması en iyi yaklaşım olabilir.

15. 3-MCPDE ve GE'yi önlemek ve azaltmak için çok çeşitli yöntemler bulunmaktadır ve uygulanacak yöntemler, yağ kaynağı, rafinasyon süreci ve kullanılan ekipman türü gibi farklı koşullara bağlı olarak değişecektir.

Ayrıca, yağlardaki 3-MCPDE ve GE'yi azaltmak için birden fazla yöntemin bir arada uygulanması gerekebilir. Üreticiler, kendi süreçleri ve ürünleri için uygun olan teknikleri seçmeli ve uygulamalıdır.

16. 3-MCPDE ve GE'nin önlenmesi ve azaltılmasında, rafine yağlar ve yağ bazlı ürünlerin kalitesi üzerindeki genel etkilerin de dikkate alınması önemlidir; buna ürün özellikleri (koku ve tat), FFA profilleri, stabilite özellikleri, besin maddesi seviyeleri ile mikotoksinler gibi bulaşanların giderilmesi dahildir. Ayrıca, önerilen azaltma uygulamalarının çevresel etkileri de göz önünde bulundurulmalıdır.

17. Rafine yağlarda 3-MCPDE ve GE'nin önlenmesi ve azaltılması konusundaki çalışmaların çoğu palm yağı üzerinde yoğunlaşmış olsa da palm yağında elde edilen bazı bilgi ve deneyimler, diğer rafine yağlarda da uygulanabilir. Bu nedenle, mevcut veriler doğrultusunda, bu belgede hangi önleme ve azaltma yaklaşımının palm yağına özgü olduğu ve hangi yaklaşımın balık yağları da dahil olmak üzere diğer rafine yağlar için daha geniş şekilde uygulanabileceği belirtilmektedir.



ÖNERİLEN UYGULAMALAR

18. Yenilebilir bitkisel yağların üretimi birkaç temel aşamayı içerir: Meyve ve tohumların işleme için yetiştirilmesi, hasat edilmesi, taşınması ve depolanması; palm yağı üretiminde meyvenin sterilize edilmesi ve ham yağın çıkarılması; yağlı tohum işleme tesislerinde tohumların temizlenmesi, öğütülmesi, buharlanması, ham yağın çıkarılması ve ham yağların rafine edilmesi.

19. Yenilebilir balık yağlarının üretimi birkaç ana aşamayı içerir: balıkların avlanması, buharda pişirilmesi, suyun giderilmesi/ıslak indirgeme (sıvının preslenmesi, yağ ve suyun ayrılması ve isteğe bağlı olarak yağın su ile yıkanması) ve ham yağların rafine edilmesi.

20. Yenilebilir yağların rafinasyonu iki şekilde yapılmaktadır: Kimyasal veya fiziksel rafinasyon.

Kimyasal Rafinasyon; degumming (fosfolipitlerin uzaklaştırılması), nötralizasyon (serbest yağ asitlerinin sabun oluşturma yoluyla uzaklaştırılması için hidroksit çözeltisi eklenmesi), ağartma (kil kullanılarak renklerin azaltılması ve kalan sabunların, reçinelerin, iz metal ve bozulma ürünlerinin giderilmesi) ve deodorizasyon (yani düşük basınçta, 1,5–6,0 mbar, yüksek sıcaklıkta 180–270°C buhar distilasyonu yoluyla serbest yağ asitleri, renk verici maddeler ve uçucu bileşikler dahil bazı istenmeyen tat ve koku verici maddelerin giderilmesi) aşamalarını içerir.

21. Fiziksel Rafinasyon: Nötralizasyon adımı olmadığı için degumming, ağartma ve deodorizasyon aşamalarından oluşur (deodorizasyon, kimyasal rafinasyona göre daha yüksek sıcaklıklarda gerçekleşir). Fiziksel rafinasyonun seçimini etkileyen çeşitli faktörler olmasına rağmen, genellikle düşük fosfolipit içeren yağlarda uygulanır.





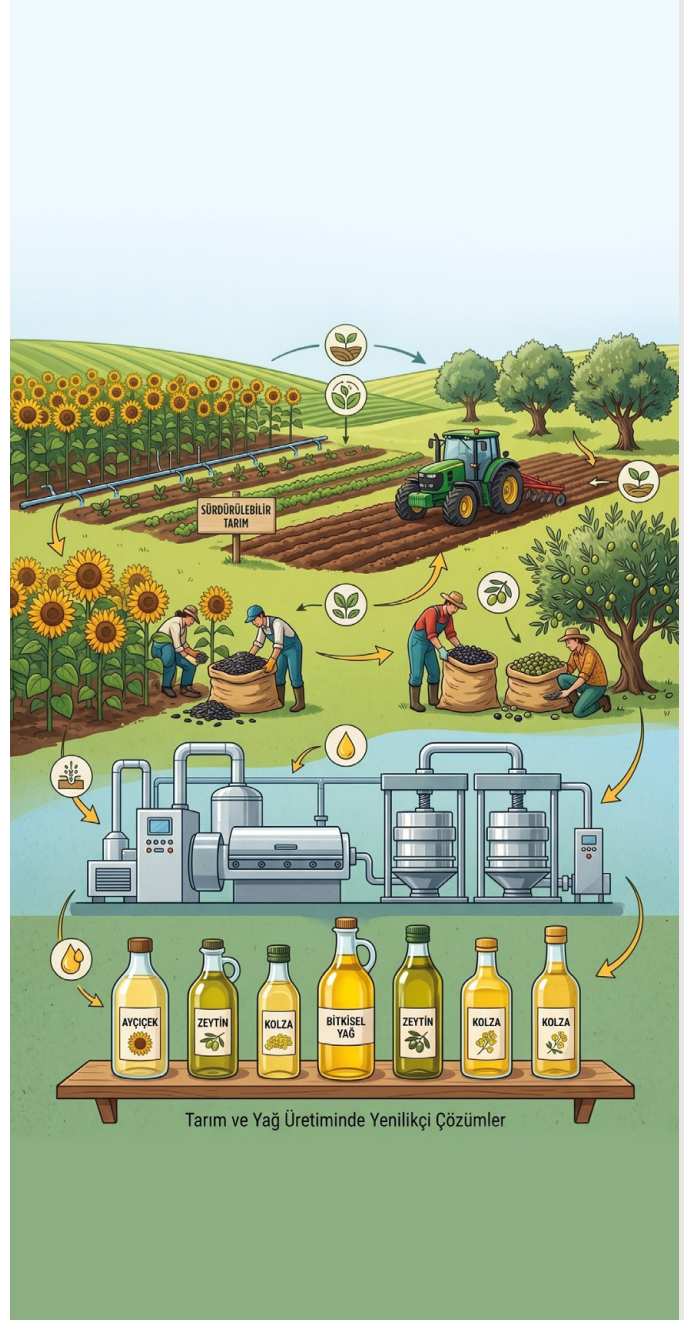
BİTKİSEL YAĞLAR İÇİN TARIMSAL UYGULAMALAR

22. Yeni ağaç dikilirken, çiftçiler mümkünse yağlı meyvelerde düşük lipaz aktivitesine sahip bitki çeşitlerini seçmelidir; çünkü düşük lipaz aktivitesi, FFA'lar ve açilgliserol öncüllerinin oluşumunu azaltabilecek faktörlerden biridir.

23. Yağ bitkilerinin veya ağaçlarının yetiştirilmesi sırasında, meyve ve tohumlar tarafından klor alımını azaltmak amacıyla, çiftçiler klor içeren bileşiklerce aşırı zengin gübreler, pestisitler ve sulama suyu gibi maddelerin kullanımını en aza indirmelidir. Klor içeren gübrelere alternatif olarak klor içermeyen sülfat gübreleri kullanılabilir. Çiftçiler, yağlık meyveler gibi meyveleri uygun olgunlukta hasat etmeli, meyvelerde berelenmeyi azaltmak ve FFA oluşumunu önlemek için meyveleri mümkün olduğunca az elleçlemeli ve daha yüksek 3-MCPDE ve GE oluşumu ile ilişkili olabileceğinden, hasarlı veya aşırı olgun meyvelerin kullanımından kaçınmalıdır.

24. Zeytinler; meyveye zarar vermeyecek şekilde makineyle veya elle hasat edilerek toprakla temas etmeden toplanmalı ve havalandırma sağlayan, gıdaya uygun plastik kasalarla en kısa sürede işletmeye ulaştırılarak üretime alınmalıdır.

25. Uygun yöntemlerle hasat edilen meyveler mümkün olan en kısa sürede uygun işletmeye taşınmalıdır.



YAĞ ÜRETİMİ VE RAFİNASYON

— Ham Yağ Üretimi ve İşlenmesi —



26. Salamura zeytinler yağ üretiminde kullanılmamalı; işletmeye kabul edilen tüm zeytinlerin bekletilmeden, tercihen yirmi dört saat içinde, koşullara bağlı olarak ise en geç üç gün içerisinde işlenmesi sağlanmalıdır.

27. Yağlı tohum işleyen gıda işletmeleri; yağlı tohumları öğütme için depolarken lipaz seviyelerinin düşük olmasını sağlamak amacıyla 25 °C'den düşük sıcaklıklarda ve kuru koşullarda (optimum %7'den az nem içeriği) depolamayı göz önünde bulundurmalıdır. Yağlı tohumlar; lipazı inaktive etmek amacıyla ham yağ elde edilmesinden önce temizlenmeli, öğütmeli ve ısıl işleme tabi tutulmalıdır.

28. Zeytin sıkım tesislerinde tuz ve klor içeren madde ile malzemeler kullanılmamalı; temizlik veya dezenfeksiyon amacıyla klorlu maddelerin kullanılması durumunda ise ekipmanlar tam olarak durulanmalıdır.

29. Zeytinyağı üretiminde yoğurma süresi en fazla 45-60 dakika, yoğurma sıcaklığı ise en yüksek 35 °C olmalıdır.

30. Yağlı tohum ve meyve işleyen gıda işletmeleri, klor içeren bileşikler uzaklaştırmak için ham yağları klor içermeyen su ile yıkamayı değerlendirmelidir.

31. Yağlı hammadde işleyen gıda işletmeleri, çözücülerden veya rafinasyon atıklarından geri kazanılan yağları kullanmaktan kaçınılmalıdır; çünkü bu yağlar genellikle daha yüksek düzeyde öncül bileşikler (örneğin DAG'ler, klor içeren bileşikler) içerir.

32. Zeytin sıkım tesislerinde ikinci ekstraksiyon işlemi hamur bekletilmeden yapılmalıdır. Pirina işleme tesislerinde ise pirina en kısa sürede işlenmelidir. (Dekantasyon, kurutma ve ekstraksiyon)

33. Yağlı hammadde işleyen gıda işletmeleri; işlenen bitkisel yağ veya balık yağı türüne ve işlem koşullarına bağlı olarak rafinasyon parametrelerini ayarlamak ve uygun azaltma stratejilerini belirlemek için ham bitkisel yağ veya balık yağı partilerindeki öncülleri (örneğin DAG'ler, FFA'lar, klor içeren bileşikler) kontrol etmelidir.

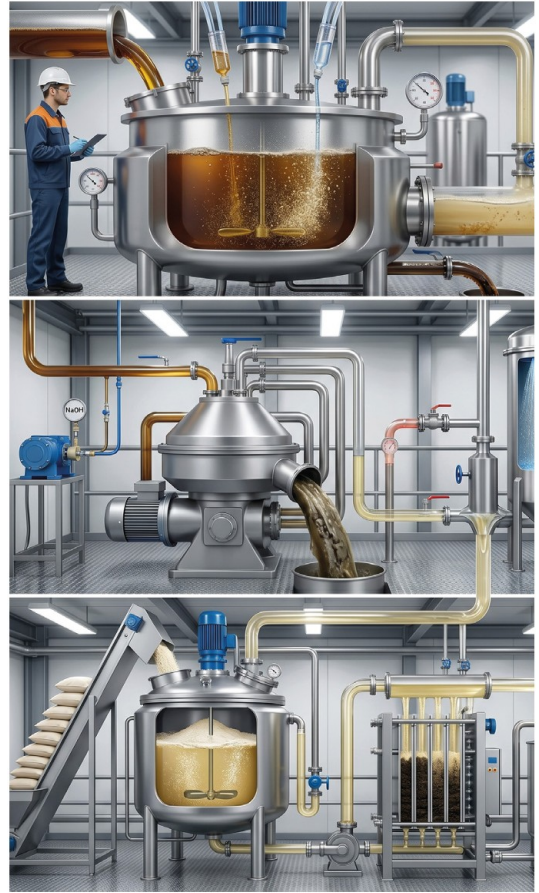
34. Öncül bileşiklerin düşük konsantrasyonlara sahip olduğu ham bitkisel yağların veya balık yağlarının tercih edilerek rafine edilmesi; daha düşük düzeylerde 3-MCPD, 3-MCPDE ve GE içeren nihai yağların üretilmesini sağlayabilir.

Degumming

35. Yağlı hammadde işleyen gıda işletmeleri, bitkisel yağlarda veya balık yağlarında 3-MCPD, 3-MCPDE ve GE'yi azaltmak için daha az asidik koşullar (örneğin fosforik, sitrik veya diğer asitlerin düşük konsantrasyonlarıyla yapılan degumming ya da su ile degumming) kullanılmalıdır. Gereken asit konsantrasyonu, ham bitkisel yağın veya balık yağının kalitesine ve fosfolipit içeriğine bağlıdır. Kalitenin sağlanabilmesi için fosfolipitlerin ve asidin yeterli düzeyde uzaklaştırılmasına dikkat edilmelidir.
36. **Degumming sıcaklığının düşürülmesi, bitkisel yağlarda 3-MCPD, 3-MCPDE ve GE öncüllerinin oluşumunu azaltmaya yardımcı olabilir;** ancak degumming için kullanılacak sıcaklık, bitkisel yağın türü de dâhil olmak üzere birçok faktöre bağlıdır.

Nötralizasyon

37. Nötralizasyon işlemi deodorizasyon işleminden önce asitliği azaltarak ham yağda ester oluşum ihtimalini düşürmektedir. Ayrıca bu işlem nötralize edilmiş yağın sabun fazının ayrılması için uygulanan yıkama işlemi esnasında potansiyel öncüllerin ayrılmasına da yardımcı olmaktadır.
38. Fiziksel rafinasyona alternatif olarak kimyasal rafinasyon (yani nötralizasyon) kullanmak, öncüllerin (örn. klorür) giderilmesine ve FFA'ların azaltılmasına yardımcı olabilir; bu da bitkisel yağlarda veya balık yağlarında daha düşük deodorizasyon sıcaklıklarının kullanılmasına imkân verebilir. Ancak, kimyasal rafinasyon aşırı yağ kaybına yol açabilir (özellikle yüksek FFA seviyeleri nedeniyle meyve yağları için) ve fiziksel rafinasyona göre çevresel etkisi daha büyük olabilir.



Ağartma

39. Daha fazla miktarda ağartma toprağı kullanılması, tüm bitkisel yağlarda ve balık yağlarında 3-MCPDE ve GE oluşumunu azaltabilir. Ancak klor içeren bileşikler bakımından önemli miktarda yük taşıyan ağartma topraklarından kaçınılmalıdır. Nötr toprakların kullanılması meyve yağlarında, bazı tohum yağlarında ve balık yağında asitliği ve 3-MCPDE oluşma potansiyelini azaltır.

Deodorizasyon

40. Yağlı hammadde işleyen gıda işletmeleri, GE oluşumunu azaltmak için bitkisel yağların ve balık yağlarının deodorizasyon işlemini daha düşük sıcaklıklarda gerçekleştirmeyi değerlendirmelidir. Örneğin, bitkisel yağlarda deodorizasyon işleminin 190–230°C, balık yağlarında ise 190°C'nin altında yapılması önerilmektedir. Uygulanacak sıcaklık, yağın işlem süresine bağlı olarak değişecektir. Ham yağ işleyen gıda işletmeleri, kendi süreçleri için en uygun koşulları belirleyebilir.
41. Geleneksel deodorizasyona alternatif olarak, yağlı tohum işleyen gıda işletmeleri, bitkisel yağların ve balık yağlarının ısıl yükünü azaltmak ve GE oluşumunu düşürmek için çift deodorizasyon (2 aşamalı deodorizasyon) uygulayabilir; bu yöntem 3-MCPDE'nin oluşumunda daha sınırlı bir azalma sağlar. Bu yaklaşım, yüksek sıcaklıkta daha kısa bir deodorizasyon süresi ile daha düşük sıcaklıkta daha uzun bir deodorizasyon sürecinin birlikte kullanılmasını içerir. Sıcaklık, vakum ve süre gibi parametrelerin yanı sıra ekipman tasarımı ve kapasitesindeki farklılıklar da dikkate alınmalıdır. Ayrıca GE seviyelerini azaltmak için ek son işlem adımları gerekebilir.
42. Daha güçlü bir vakum ve daha fazla buhar kullanımı, uçucu maddeleri uzaklaştırma hızına bağlı olarak uçucu bileşiklerin buharlaşmasını kolaylaştırır; bu durum deodorizasyon sıcaklıklarının düşmesine ve bitkisel yağlar ile balık yağlarında GE oluşumunun azalmasına, daha düşük ölçüde de olsa 3-MCPDE'nin azalmasına katkıda bulunur.
43. Deodorizasyonun yerine kısa-yol damıtma (short-path distillation) uygulanmasının, yağlarda ısıl yükü ve ester oluşumunu azalttığı gösterilmiştir; bu da geleneksel deodorizasyona kıyasla daha düşük miktarda 3-MCPDE ve GE oluşmasına katkı sağlar. Ancak duyuşal özelliklerin iyileştirilmesi için daha düşük sıcaklıklı deodorizasyon içeren ek bir son işlem gereklidir.
44. Kısa yol damıtma, temelde serbest yağ asitlerinin nispeten düşük sıcaklıklarda nazıkçe giderilmesini sağlar. Bu, düşük basınç altında gerçekleştirilir; bu sayede ayrılacak bileşiğin kaynama noktası düşer ve evaporatör ile kondansatör yüzeyi arasındaki kısa mesafe nedeniyle verimlilik artar.



RAFİNASYON SONRASI İŞLEMLER (POST-REFINING)

45. Aşağıdaki önerilen uygulamalar, ikinci defa rafine edilmesi gereken rafine yağlarda 3-MCPD, 3-MCPDE ve GE seviyelerini azaltmak için kullanılabilir. Bu uygulamalar, hedeflenen kullanım için istenenden daha yüksek 3-MCPD, 3-MCPDE ve GE düzeylerine sahip yağlar için en uygun yöntemler olabilir.

46. İlk ağartma ve deodorizasyon sonrasında ek bir ağartma ve deodorizasyon uygulanmasının, rafine palm yağında daha düşük GE seviyelerine ulaşmayı sağladığı gösterilmiştir. (İkinci deodorizasyon, birinci deodorizasyona göre daha düşük bir sıcaklıkta yapılmalıdır.)

47. Palm yağı gibi ikinci defa rafine edilmesi gereken (post-refining) yağlarda aktiveleştirilmiş (Sülfürik asit gibi klor içermeyen asitlerle) ağartma toprağı (örneğin bentonit vb.) uygulanmasının, GE'yi azalttığı gösterilmiştir.

48. Ağartılmış ve deodorize edilmiş bitkisel yağlarda kısa yol (short-path) damıtma uygulanması (basınç: <1 mbar), açilgliserol bileşenlerini ve 3-MCPDE ile GE seviyelerini azaltabilir.

49. Rafine MCT (orta zincirli trigliserit) yağının yağ asitleri ve alkali metal gibi katyon karşı iyonları ile ayrıca bir veya daha fazla bazla muamele edilmesi, 3-MCPDE'nin MAG'lere, DAG'lere ve TAG'lere; GE'lerin ise DAG'lere dönüşmesine neden olur.



RAFİNE YAĞLARIN SEÇİMİ VE BU YAĞLARLA ÜRETİLEN GIDALARDA KULLANIMI

Yağların seçimi

50. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğinde belirlenen maksimum limitlere uygun yağlar seçilmelidir. Bebek formülleri ve devam formüllerinde ise, aynı Yönetmelikte maksimum limitler belirlendiğinden bu limitler sağlanacak şekilde yağ seçilmelidir.

51. Düşük düzeyde 3-MCPDE ve GE içeren rafine bitkisel yağların ve balık yağlarının seçilmesi (örneğin doğal olarak düşük seviyeler içermesi veya azaltma yöntemlerinin uygulanması yoluyla), bu yağları içeren bitmiş ürünlerde daha düşük 3-MCPDE ve GE seviyeleri elde edilmesini sağlar. Örneğin, bebek formüllerinde kullanılan yağların 3-MCPDE ve GE düzeylerindeki değişkenlikten kaynaklanabileceği düşünülen 3-MCPD ve GE seviyelerinde farklılıklar gözlenmiştir; bu farklılığın, kullanılan yağların 3-MCPDE ve GE düzeylerindeki değişkenlikten kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



52. Dolayısıyla, 3-MCPDE ve GE düzeyi düşük yağların tercih edilmesi, daha düşük 3-MCPDE ve GE seviyelerine sahip bebek formülleri ve devam formülleri üretimine katkı sağlar. Ancak üreticilerin kalite veya bileşimle ilgili faktörleri de göz önünde bulundurması gerekebilir.

53. Bisküvi, kraker ve benzeri mamullerin üretim proseslerinde 3-MCPDE oluşumunu tetikleyen MAG, DAG ve TAG gibi öncüllerin tekrar oluşumunu engellemek amacıyla; düşük termal yüklerle rafine edilmiş yağların kullanımı, formülasyondaki klorür iyonu konsantrasyonunun ve fırınlama sıcaklık profillerinin optimizasyonu önerilmektedir.

Proses modifikasyonları

54. Nihai ürünlerde kullanılan rafine bitkisel yağlar ve balık yağlarının miktarının azaltılması, nihai üründeki 3-MCPDE ve GE seviyelerini düşürmek için bir alternatif olabilir. Ancak bu, ürünlerin duyuşal (organoleptik) veya besin değerlerini etkileyebilir.

55. Kızartma sırasında rafine bitkisel yağların kendisi, ilave 3-MCPDE ve GE oluşumuna yol açmaz; aksine, kızartma sırasında ilave 3-MCPDE oluşumu, kızartılan gıdanın türünden kaynaklanabilir (örneğin et ve balık ürünleri).

3-MCPDE VE GE'LERİ ÖNLEME VE AZALTILMAYA YÖNELİK OLASI ÖNLEMLER

Üretim Aşamaları



Bitkisel Hammaddelerde Tarımsal Uygulamalar

Önlemler

- Lipaz aktivitesi düşük yağlık meyve çeşitleri tercih edilmelidir.
- Yağ bitkisi/ağacı yetiştiriciliğinde aşırı miktarda klor içeren gübre, pestisit ve sulama suyu kullanımı en aza indirilmelidir.
- Yağlık meyve çeşitleri optimum olgunluğa ulaştığında hasat edilmeli; zedelenme azaltılmalı, hasarlı/aşırı olgun meyve kullanmaktan kaçınılmalıdır.
- Yağlık meyveler mümkün olan en kısa sürede yağ fabrikalarına taşınmalıdır. Zeytinler toprak ile temas ettirilmemelidir. Dip zeytinler ayrı taşınmalı ve ayrı olarak yağ üretiminde kullanılmalıdır. Ağaçtan toplanan zeytinler ile karıştırılmamalıdır. Zeytinler fabrikada yıkanmalıdır daha öncesinde yıkama yapılmamalıdır.



Yağ Üretimi ve Rafinasyon

Ham Yağ Üretimi ve İşlenmesi

- Tüm zeytinlerin işletmeye kabul edildikten sonra yirmi dört saat içinde işlenmesi önerilir.
- Zeytin meyvesi işlenmeden önce temizlenmeli ve klor içermeyen su ile yıkanmalıdır. Dip zeytinleri ayrı işlenmelidir.
- Zeytin sıkımı esnasında yoğurma süresi en fazla 45-60 dakika, yoğurma sıcaklığı ise en fazla 35 °C olmalıdır.
- Salamura zeytinler yağ üretiminde kullanılmamalıdır.
- Dekantörden sonra separatördeki yıkamada klor içermeyen su kullanılmalıdır. Bu işlem klorlu bileşenlerin azaltılmasına katkı sağlar.
- Yağlı tohumlar serin ve kuru koşullarda depolanmalıdır.
- Bitkisel yağların üretiminde soğuk sıkım veya minimal ısıl işlem tercih edilmelidir. Sterilizasyon veya yüksek sıcaklık uygulamalarından mümkün olduğunca kaçınılmalıdır.
- Geri kazanılan kalıntı yağların kullanımından kaçınılmalıdır.
- Bitkisel yağ veya balık yağı türüne ve işlem koşullarına bağlı olarak rafinasyon parametrelerini ayarlamak ve uygun azaltma stratejilerini belirlemek için ham bitkisel yağ veya balık yağı partilerindeki öncüller (örneğin, DAG'ler, FFA'lar, klor içeren bileşikler) kontrol edilmelidir.
- Rafinasyonda öncül maddelerin düşük konsantrasyonlara sahip olduğu ham bitkisel yağlar veya balık yağları tercih edilmelidir.



Yağ Üretimi ve Rafinasyon



Rafinasyon Sonrası İşlemler (Post Refining)

Degumming

- Bitkisel yağlarda veya balık yağlarında daha az asidik koşullar kullanılmalıdır. (Düşük konsantrasyonlu asitle veya su ile degumming)
- Bitkisel yağlarda degumming sıcaklığı düşük olmalıdır.

Nötralizasyon

- Bitkisel yağlarda veya balık yağlarında fiziksel rafinasyona alternatif olarak kimyasal rafinasyon (yani nötralizasyon) kullanılmalıdır

Ağartma

- Bitkisel yağlarda ve balık yağlarında daha fazla miktarda ağartma toprağı kullanılmalıdır.
- Bitkisel yağlar ve balık yağlarında ortamın asitliğini artırmamak için nötr ağartma toprağı tercih edilmelidir.

Deodorizasyon

- Bitkisel yağların veya balık yağlarının deodorizasyonu mümkün olduğunca düşük sıcaklıklarda gerçekleştirilmelidir. Uygulanacak sıcaklığın 230°C üzerine çıkmaması önerilir. Uygulanacak sıcaklıklar, yağın proses içindeki bekleme süresine bağlı olarak değişebilir. Bitkisel yağlar ve balık yağları için geleneksel deodorizasyona bir alternatif olarak çift aşamalı deodorizasyon (dual deodorizasyon) uygulanabilir.
- Uçucu bileşiklerin buharlaşmasını kolaylaştırmak ve bitkisel yağlar ile balık yağlarındaki deodorizasyon sıcaklıklarının düşürülmesine katkıda bulunmak için daha güçlü bir vakum kullanılabilir.
- Bitkisel yağlarda ve balık yağlarında ısı yükü azaltmak için deodorizasyon yerine kısa yol (short-path) damıtması kullanılabilir.
- Rafine zeytinyağı üretiminde ise mümkün olan en düşük sıcaklık ve işlem süresi uygulanmalıdır

- Rafine palm yağında ilk ağartma ve deodorizasyon işlemlerinden sonra ilave ağartma ve deodorizasyon (post refining) uygulanabilir.
- Rafine bitkisel yağlara aktive edilmiş ağartma toprağı uygulanması önerilir.
- Ağartılmış ve deodorize edilmiş bitkisel yağlarda kısa yol (short-path) distilasyonu kullanılabilir.
- Ağartılmış ve deodorizasyon uygulanmış bitkisel Rafine MCT (orta zincirli trigliserit) yağlarında, 3-MCPDE'yi MAG'lere, DAG'lere ve TAG'lere; GE'yi ise DAG'lere dönüştürmek için yağ asitleri ve bir katyon karşı iyonu (örneğin bir alkali metal) ile veya bir veya daha fazla baz ile muamele edilebilir.



Rafine Yağların Seçimi ve Kullanımı

Yağ Seçimi

•3-MCPDE ve glisidil ester düzeyleri düşük rafine bitkisel yağlar tercih edilmelidir.

İşlem Modifikasyonu

•Bitmiş ürünlerdeki rafine bitkisel yağ veya balık yağı miktarı optimize edilerek azaltılabilir.

•Pişirme mümkün olan en düşük sıcaklıkta yapılmalı hava sirkülasyonu homojen hale getirilerek bölgesel yanmalar önlenmelidir.

•Klorür içeren bileşenlerin yağ ile teması azaltılmalı; düşük klorürlü tuzlar ve asidik olmayan kabartıcılar tercih edilmelidir.

•Formülasyondaki serbest MAG ve DAG miktarını artırabilecek gıda katkı maddeleri gözden geçirilmeli ve mümkünse azaltılmalıdır.

NASIL YARDIM ALABİLİRSİNİZ?

İşletmeniz ile ilgili her türlü sorun ve soru için internette <http://www.tarim.gov.tr> adresinden, merkezde Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü ve bulunduğunuz ilde bulunan Tarım ve Orman Bakanlığı İl Müdürlüğü / Gıda ve Yem Şubelerinden yardım talep edebilirsiniz.

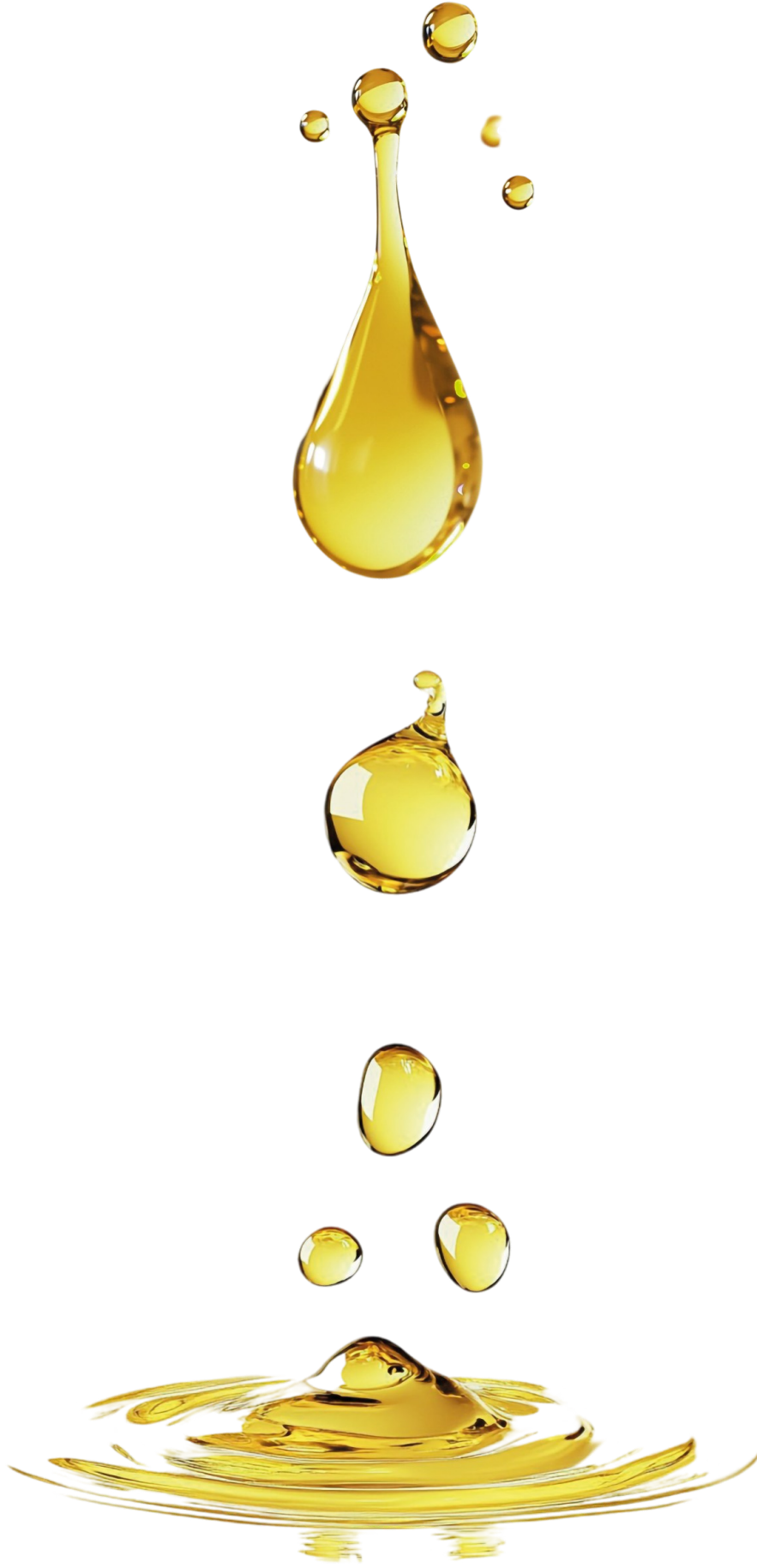
HER TÜRLÜ BİLGİ VE BAŞVURU İÇİN:

Tarım ve Orman Bakanlığı
Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü

📍 Adres: Üniversiteler Mah. Dumlupınar Bulvarı,
No: 161,06800, Çankaya/ANKARA

☎ Tel No: 0 312 287 33 60 (10 hat)
İl/ İlçe Tarım ve Orman Müdürlükleri





**T.C. TARIM VE
ORMAN BAKANLIĞI**



TGDF

TÜRKİYE GIDA VE İÇECEK SANAYİİ
DERNEKLERİ FEDERASYONU





www.tarimorman.gov.tr