

## BESİNSEL LİF ANALİZ YÖNTEMLERİ

### ANALYSIS METHODS OF DIETARY FIBER

Hamit KÖKSEL, Özen ÖZBOY

Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü-ANKARA

**ÖZET:** Büyük sayıda bilimsel yayına konu olan Besinsel liflerin (BL) bazı hastalıklara karşı koruyucu etkisi günümüzde yaygın olarak kabul edilmektedir. Bu gerçek BL'lerin hangi gıdalarda bulunduğu ve miktarlarının nasıl tesbit edileceği gibi problemleri de beraberinde getirmiştir. Ayrıca BL analizi için çok sayıda yöntem önerilmiş olması uygun metod seçimi ve sonuçların karşılaştırılmasını güçleştirmektedir. Bu makalede bu sorunlara yardımcı olmak amacıyla BL analizi için önerilen metodlar detaylı olarak incelenmiş ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

**SUMMARY:** The protective effects of dietary fiber (DF) against certain diseases which are covered by a large number of scientific publications are well accepted in recent years. This fact brought about questions such as which kinds of foods contain DF and how can the amount of DF be determined. In addition numerous suggestions for analysis methods to determine the amount of DF made the selection of the suitable method and the comparison of the results difficult. In this article in order to help these problems, the methods suggested for the analysis of DF were investigated in detail and compared with each other.

#### GİRİŞ

Besinsel lifler (BL) insan vücudunda sindirilmeyen bitkisel kaynaklı maddeler olup konuya duyulan ilgi çok eski dönemlere hatta M.Ö.5. yüzyılda, Hipokrat'a kadar uzanmaktadır (ANDERSON 1990). Yakın zamana kadar BL'lerin, laksatif etkilerinin dışındaki diğer özellikleri bilinmemekte idi. Son çeyrek yüzyılda BL'lere duyulan ilgi bir hayli artmıştır. Bunun başlıca nedeni, gelişmiş ülkelerin diyetlerindeki BL eksikliğinin yol açtığı ve Burkitt ve Trowell'in "medeniyet hastalıkları" şeklinde tanımladığı bazı hastalıkların ortaya çıkmasıdır (SCHWEIZER VE WÜRSCH 1979).

Burkitt ve Trowell'in Afrika'daki gözlemleri bu bölgede bazı hastalıkların batı ülkelerine göre çok daha az görüldüğü gerçeğini ortaya koymaktadır. Bunun nedeni olarak ilk önce çevresel bazı faktörler düşünülmüş daha sonra yapılan araştırmalar BL tüketiminin batılı ülkelere oranla bu yörelerde yüksek olmasının rol oynadığını ortaya koymuştur (LEVEILLE 1975). Günümüzde kolon kanseri, divertiküloz, kabızlık, hemoroid, kalp damar hastalıkları, şeker hastalığı, şişmanlık ve sindirim bozukluklarına karşı liflerin koruyucu etkisi kesin olarak bilinmektedir (ANDERSON 1990, LEVEILLE 1975, TROWELL 1976, ANONYMOUS 1979). Bu gerçek BL'lerin yer aldığı kaynak ve gıdaları gündeme getirmiş, bunun ardından da BL'lerin miktarlarının analizleri ile ilgili problemler tartışılmaya başlanmıştır.

#### BESİNSEL LİFLERİN TANIMI VE BİLEŞİMİ

Uluslararası platformda BL'ler için kullanılan terminoloji çok karmaşık olup; plantix, complantix, bitkisel hücre duvarı kalıntısı, besleyici değeri olmayan lif, sindirilemeyen veya elverişsiz karbonhidratlar, kısmen sindirilebilen bitki polimerleri gibi terimler önerilmiştir. İngilizcede yaygın olarak kullanılan terim dietary fiber dır (WISKER vd. 1985). Türkçede ise Besinsel lif en uygun terim olarak kabul görmektedir.

Uzun yıllar kabul edilen aksine BL ile ham lif birbirine eşdeğer değildir. Ham lif, seyreltik asit ve daha sonra seyreltik baz ile ekstraksiyon işleminden geriye kalan kalıntıdır ve gıdanın selüloz ve lignin miktarını yansıtmaktadır. Bilindiği gibi gıda ve yem analizlerinde rutin olarak belirlenen ham liftir (ANONYMOUS 1979). Bu metotta çözünebilen BL miktarı ölçülememekte olup, gıdaların BL içeriğinin tesbiti için uygun değildir. Bunun nedeni birçok gıdada hemiselüloz ve çözünebilen BL miktarının yüksek oluşudur. Bazı gıdalar için ham lif ile BL değerleri arasında dönüşüm faktörleri hesaplanmışsa da bunlar heterojen özellikteki gıdalar için uygulanamamaktadır (WISKER vd. 1985, SAUNDERS 1980). Gıdalarda toplam karbonhidrat içeriği genellikle rutubet, kül, yağ ve protein çıktıktan sonra geriye kalan kısmı kapsamakta; yarayışlı karbonhidrat ise, toplam karbonhidrattan ham lif miktarı çıkarılarak bulunmaktadır. Karbonhidratların veya yarayışlı karbonhidratların bir kısmının sindirilemeyen özellikte olduğu

bilinmektedir. Çoğu gıdalarda bunun oranı oldukça düşüktür. Ancak, gıdalarda sindirilemeyen karbonhidratların, BL şeklinde ifade edildiği göz önüne alınırsa miktarının ham liften yüksek çıkması beklenir (LEVEILLE 1975). Besinsel lifler, ham lifte bulunan selüloz ve ligninin yanı sıra; hemiselüloz, pektik maddeler, gamlar ve diğer karbonhidratları da içermektedir (SCHNEEMAN 1986). Bilindiği gibi bu maddeler normal olarak, geniş getirmeyen hayvanlar ve insanlar tarafından sindirilememektedir (LEVEILLE 1975). Bunların içerisinde gıdalarda en çok bulunan ve metabolizmadaki işlevleri açısından en önemli olanlar selüloz, hemiselüloz, pektin ve lignindir (WISKER vd. 1985). Selüloz, beta-(1-4) bağlı, düz zincirli bir glukoz polimeridir ve çözünme özelliği göstermemektedir. Pektinler alfa-(1-4) bağlı galakturonik asit polimeridir. Değişik derecelerde metil esterifikasyonu gösterirler ve yüksek oranda çözünme özelliğine sahiptirler. Hemiselülozlar ise düz zincirli veya dallanma gösteren, pentoz ve heksozlardan oluşan heterojen bir grup olup çözünen ve çözünmeyen formları bulunmaktadır. İnert özellikte, çözünmeyen ve sindirime dirençli bir madde olan lignin, bir polisakkarit olmayıp, koniferil, sinapil, P-kumaril alkol içeren oksijene fenil propan polimeridir (WISKER vd. 1985, SCHNEEMAN 1986, SELVENDRAN 1984). Besinsel liflerin bileşimleri ve bileşimlerindeki maddelerin özellikleri gıdadan gıdaya değişebildiği için farklı fizyolojik etki gösterirler (SOUTHGATE 1981).

Nişasta ve glikojen gibi alfa-glikozidik bağlı glukoz polimerlerini parçalayabilecek enzimler insan vücudunda sentezlenebilmektedir. Buna karşın, laktozu parçalayan galaktozidaz enzimi dışında insanlar beta-glikozidik bağları parçalayabilen enzimleri sentezleyememektedirler. İnsanlar yapı taşları glukozdan farklı olan alfa-glikozidik bağlı polimerleri güçlükle parçalamaktadır (WISKER vd. 1985). Bu nedenlerle BL için yapılacak tanımın insan vücudu ile BL arasındaki etkileşimi yansıtacak şekilde olması önem kazanmaktadır. Bu durum göz önüne alınarak, besinsel lifler "insanların sindirim salgılarına dirençli bitkisel kaynaklı polisakkaritler ve lignin" şeklinde tanımlanmaktadır (TROWELL 1976, SOUTHGATE vd. 1978).

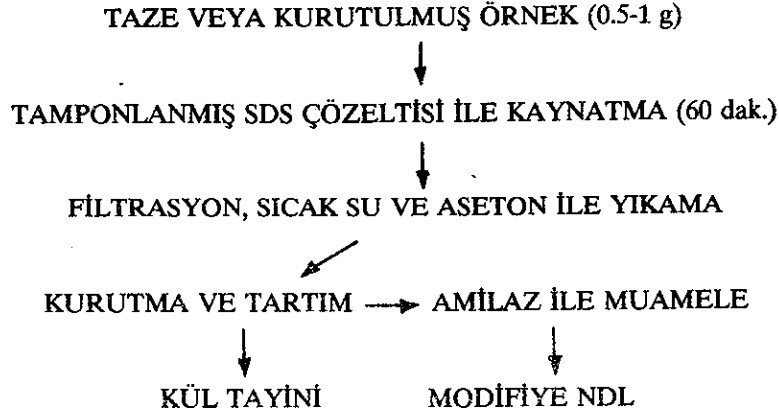
## BESİNSEL LİF ANALİZ YÖNTEMLERİ

### *Ekstraksiyon Yöntemleri*

Asit ve alkali ile ekstraksiyona dayalı ham lif yöntemleri bu gruba girmektedir. Ham lif yöntemi ile herhangi bir karbonhidrat grubunun veya spesifik bir karbonhidratın miktarı ölçülemediği için gıdaların BL içerikleri doğru olarak tesbit edilememekte ve ortamdaki lifin kalitatif özelliği saptanamamaktadır (SCHNEEMAN 1986). Nötral ve asit deterjanlarının kullanımı ile gerçekleştirilen BL tayini de ekstraksiyon yöntemlerinden bir başkasıdır. Gıdada bulunan protein ve nişasta gibi hazmolabilir nitelikteki bileşenler sülfirik asit, CTAB (cetyltrimethyl amonium bromide) gibi asit deterjanlar ve SDS (sodyum dodesil sülfat) ve EDTA (etilendiamin tetraasetikasit) gibi nötral deterjanlar ile muamele sonucu ayrılabilirler. Çözünemeyen kalıntıdan ise, kül miktarı çıkarıldığında geriye kalan kısım "deterjan lif" olarak tanımlanmaktadır. Asit deterjan lif (ADL), selüloz ve lignin içeriği hakkında bilgi veren ve AOAC (The Association of Official Analytical Chemists) tarafından hayvan yemlerinin lif içeriğini tesbit için kabul edilen bir yöntemdir (Wisker vd. 1985). Nötral deterjan lif (NDL) metodu, Van Soest tarafından hayvan yemleri için geliştirilmiş, daha sonra yüksek oranda yağ, protein ve nişasta içeren insan gıdaları için modifiye edilmiştir (WISKER vd. 1985, SCHNEEMAN 1986). NDL metodu özellikle nişasta bakımından zengin olan hububat ve ürünlerinin analizinde ortaya çıkabilecek problemleri önleyebilmek için nişastanın alfa-amilaz ile parçalanmasını sağlayacak şekilde değiştirilmiştir (SCHWEIZER ve WÜRSCH 1979, MONGEAU ve BRASSARD 1982). Modifiye edilmiş NDL metodu Şekil 1'de şematik olarak verilmiştir. Bu metotla gıdalardaki selüloz, çözünmeyen hemiselülozlar ve lignin miktarı tesbit edilebilmektedir.

Deterjan metotları özellikle NDL metodu, fazla emek ve malzeme gerektirmediği ve kısa sürede uygulanabildiği için çözünmeyen BL miktarının rutin ölçümlerinde kullanılabilir en uygun yöntemdir. Deterjan metotlarının dezavantajı yalnızca deterjan etkisiyle çözünmeyen BL miktarını tesbit edebilmeleridir. Bu nedenle her ikisi de toplam BL miktarı ölçümünde kullanılamamaktadır. Çözünmeyen kısmın ihmal edilebilir düzeyde olduğu hububat kepeklerinin analizinde toplam BL miktarı saptamalarında olabilecek hata çok azdır. Ancak düşük ekstraksiyonlu unlarda veya ekmeklerde çözünebilir kısmın miktarı yüksek olduğundan NDL metodu hatalı sonuç verebilmektedir. Aynı durum yüksek oranda çözünebilir BL

içeren diğer gıdalarda da gözlenmektedir. Bu problemi gidermek amacıyla yapılan değişiklikler analiz süresini uzatmakta ve hızlı bir yöntem olmanın getirdiği avantajı da ortadan kaldırmaktadır (WISKER vd. 1985, SOUTHGATE vd. 1978).



Şekil 1. Nötral Deterjan Lif Metodunun Başlıca Aşamaları

#### Enzimatik Yöntemler

Bu metotta insan vücudundaki sindirim salgılarıyla hazmolabilen gıda bileşenleri, enzim sistemleri kullanılarak hazmolamayan diğer bileşenlerinden ayrılmaktadır. Parçalanamayan bileşenler gravimetrik olarak tesbit edilmektedir. Günümüzde değişik kaynaklardan sağlanan enzim sistemleri, protein ve nişastanın parçalanması amacıyla kullanılabilir. Bunlardan mikrobiyal kaynaklı enzimler yüksek aktiviteye sahiptirler ve ısıya karşı daha dirençli oldukları için tepkime süresini oldukça kısaltmaktadırlar (WISKER vd. 1985). Lipolitik enzim kullanımı çok nadir olup, % 10'dan fazla yağ içeren örnekler enzimatik işlemlerden önce uygun bir çözücü kullanılarak yağlarından arındırılmaktadırlar (SCHWEIZER ve WÜRSCH 1979).

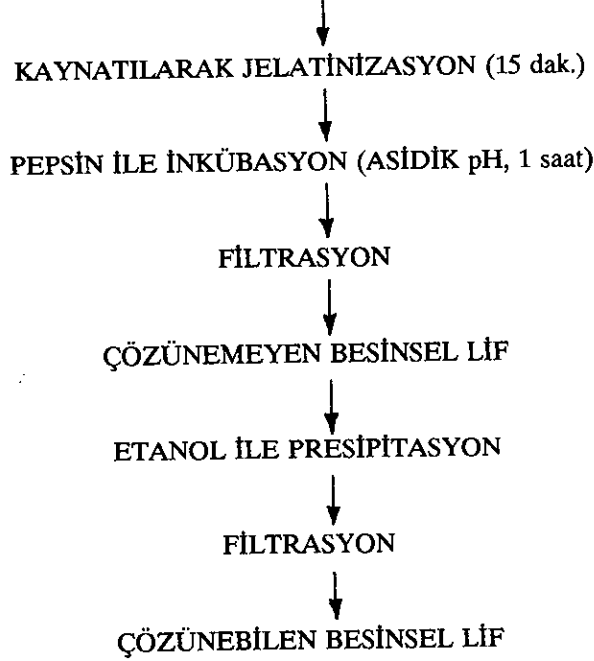
Örneklerin analiz öncesi bu tür ön işlemlerden geçirilmesi oldukça önemlidir. Genellikle 1 mm incelikte öğütülmüş materyal analiz için uygundur. Taze gıdanın kurutulması (etüvde, vakum kurutucuda veya liyofilizatörde) yapıda değişikliklere neden olmakta ve sonuçları etkilemektedir. Enzimatik yöntemlerde, ön işlem olarak örneğin bir süre otoklavda tutulması, istenmeyen bir takım yapısal değişikliklere neden olmaktadır (WISKER vd. 1985). Deterjan metodunda olduğu gibi enzimatik metotta da nişasta ve proteinlerin tamamen uzaklaştırılması oldukça güçtür (SCHWEIZER ve WÜRSCH 1979). Enzimatik olarak tesbit edilen çözünmeyen BL bir miktar protein kalıntısı içerebilmektedir. Bu durum protein parçalanmasının tamamlanmamış olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca inkübasyon ortamına ilave edilen enzimlerin daha sonra liften tamamen ayrılmamış olması da, elde edilen lifin protein içermesine neden olabilmektedir.

Enzimatik yöntemin ilk uygulamalarında yalnızca çözünmeyen BL miktarı tesbit edilebilmekte idi (HELLENDOORN 1975). Son yıllarda geliştirilen metotlar ile artık çözünebilir BL miktarı da hesaplanabilmektedir. Çözünebilir BL %80'lik alkol ile çöktürülerek miktar tayini yapılmaktadır (SCHWEIZER ve WÜRSCH 1979). Ancak, Neukom ve çalışma arkadaşları, çözünebilir BL'in tamamının alkol ile çöktürülemediğini belirtmiştir (WISKER vd. 1985). Çözünebilir BL'in belli miktarlarda protein ve mineral madde içerdiği tesbit edilmiştir (SCHWEIZER ve WÜRSCH 1979). Bu nedenle, protein ve kül miktarları ayrı ayrı saptanıp lif içerdiğinden çıkarılmaktadır.

Bir başka çalışmada da, çözünebilir ve çözünmeyen deterjan lif tayinlerinin birlikte yapılabilmesi için hızlı bir enzimatik metot geliştirilmiştir (Şekil 2). Bu yöntemde, hazmolabilen nişastanın ve proteinlerin büyük bir kısmını liften mümkün olan en kısa sürede uzaklaştırabilmek için pepsin, pankreatin, alkalaz,

Termamyl ve amiloglikozidaz'dan oluşan bir enzim sistemi kullanılmıştır. Daha sonraki aşamalarda çözünen nişasta ve proteini BL'den hızlı bir şekilde ayırabilmek için selit kullanılarak filtrasyon yapılmaktadır. Filtrattaki çözünebilen lifler ise etanol ile çöktürülüp ayrılmaktadır (ASP vd. 1983).

### BESİNSEL LİF İÇEREN ÖRNEK + ISIYA DİRENÇLİ ALFA-AMİLAZ



Şekil 2. Çözünebilen ve Çözünemeyen Besinsel Liflerin Hızlı Enzimatik Yöntem ile Analizinde Başlıca Aşamalar (ASP vd. 1983).

Theander ve Westerlund, toplam BL, çözünebilen BL ve çözünemeyen BL'in tayini için birbirleri ile ilişkili üç yöntem (A,B ve C) geliştirmişlerdir (THEANDER ve WESTERLUND 1986). Bu yöntemlerde öncelikle homojenize edilmiş veya öğütülmüş gıda örnekleri %80'lik etanol ve petrol eteri ile ekstrakte edilmektedir. Bu işlem ile elde edilen ekstrakt doğrudan BL ve nişasta miktarı analizi için kullanılmakta (Metot B), veya daha sonra ısıya dirençli alfa-amilaz ile 96°C'de amiloglikozidaz ile 60°C'de muamele edilmektedir. Çözünemeyen ve çözünebilen BL bileşenleri daha sonra santrifüjle ayrılmakta ve supernatant diyaliz işleminden geçirildikten sonra liyofilizasyon tekniği ile kurutulmaktadır (Metot A). Böylece çözünebilen BL ayrı olarak elde edilmektedir. Diğer taraftan çözünemeyen ve çözünebilen BL bileşenleri % 80'lik etanol ile presipitasyona tabi tutularak santrifüj ile çöktürülmektedir (Metot C).

Becker ve çalışma arkadaşları, normal ve lifce zenginleştirilmiş ekmek, meyve-sebze ve baklagil örneklerine ilişkin BL analizlerinde, çözünebilen ve çözünemeyen BL'i işlemin ilk aşamasında santrifüjle ayıran Berlin metodunu kullanmışlardır (BECKER 1986). Elde edilen her fraksiyon daha sonra nişasta ve proteinleri parçalayan enzimler ile ayrı ayrı muamele edilmiştir. Çözünemeyen lif filtrasyon ile, çözünebilen kısım ise membran filtrasyon ile geri kazanılmıştır.

Gıdaların toplam BL içerikleri enzimatik ve gravimetrik yöntemlerin birlikte kullanıldığı bir başka denemede laboratuvarlararası bir çalışmada ele alınmıştır (PROSKY 1984). Örnekler önce ısıya dirençli alfa-amilaz varlığında ısı uygulaması ile jelatinize edilmiş, sonra protein ve nişasta proteaz ve amiloglikozidaz ile enzimatik olarak parçalanmıştır. Toplam BL etanol ilavesi ile elde edilmiş ve kalıntı miktarından protein, kül ve kör deneme sonuçları çıkarılarak hesaplama yapılmıştır. Bu yöntem daha sonra çözünebilen ve çözünmeyen BL'i ayırabilmek için, alkol ilavesinden önce çözünmeyen BL'i filtrasyonla ayıracak şekilde modifiye edilmiştir (OLSON 1987). SCHWEIZER ve WÜRSCH, gıdalardaki BL'i pepsin, pankreatin ve glükoamilazın birlikte kullanıldığı enzimatik *in vitro* parçalanmayı da içeren analitik bir

yöntemle tesbit etmiştir (SCHWEIZER ve WÜRSCH 1979). Çözünmeyen lifler santrifüj, çözünebilir lifler ise etanol ile çöktürülerek geri kazanılmıştır. Çözünen liflerin toplam BL'in %4-60'ını oluşturduğu tesbit edilmiştir. Sonuçlar asit ve nötral deterjan metotları ile karşılaştırılmıştır. Çok şiddetli olmayan bir biyokimyasal tepkimenin, liflerin fizyolojik etkilerinin tesbitinde önemli olan fiziksel özelliklerinin belirlenmesini mümkün kıldığı bulunmuştur.

Hellendoorn ve çalışma arkadaşları, insan gıdalarının sindirilemeyen kalıntı içeriğinin tesbitinde, pepsin ve pankreatine yer veren kolay bir *in vitro* yöntemi kullanmışlardır. Bu yöntemde özellikle sindirim sistemine ait enzimler kullanıldığından protein ve nişasta parçalanması istenilen maksimum düzeyde gerçekleşmiş, buna bağlı olarak kalıntı miktarı minimum düzeye inmiştir (HELLENDOORN 1975).

#### *Elverişsiz Karbonhidrat İçeriğinin Saptanması Yöntemleri*

Bu yöntemlerde deterjan veya enzimatik yöntemlerle yapılan gravimetrik analizlerin aksine, BL'in karbonhidrat bileşimi kimyasal olarak saptanmaktadır. Sadece, lignin analizi son aşamada gravimetrik olarak devreye girmektedir. Bu metotlarla toplam BL miktarı ölçülmekte, ancak enzimatik yöntemde olduğu gibi çözünebilir veya çözünemez şeklinde bir ayırım yapılmamaktadır. Analiz sırasında oluşan serbest şekerler renk reaksiyonları, gaz-likit kromatografisi veya HPLC kullanılarak tesbit edilmekte, üronik asitler ise genellikle kolorimetrik yöntemlerle ölçülmektedir. Bu metotlara yönelik en önemli eleştiri toplam BL miktarının diğer metotlara göre daha yüksek bulunmasıdır. Bu metotlar enzimatik ve deterjan metotlarına göre daha çok zaman almaktadır. Ancak BL'in kimyasal yapısı hakkında detaylı bilgi sağlanmasına imkan vermektedir (WISKER vd. 1985, SOUTHGATE vd. 1978).

#### BESİNSEL LİF ANALİZ YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Besinsel lif analizi için genel bir metot veya spesifik bir yöntem önermek mümkün değildir. Analiz için birçok metot geliştirilmiştir. Mevcut metotlarda BL miktarı analizi, gravimetrik veya fraksiyon metotlarına dayalı olarak yapılmaktadır. Gravimetrik metotlar toplam lif içeriğini verdiği halde, daha kompleks olan fraksiyon metotları (HPLC, likit ve gaz kromatografik yöntemler) lif bileşenlerini tesbit amacıyla kullanılabilir. Gravimetrik yöntemlerde enzim veya deterjan kullanılarak protein ve nişasta gibi lif olmayan maddeler parçalanmaktadır. Gerektiğinde bir çözücü ile örnekteki yağ uzaklaştırılabilir. Besinsel liflerin değişken ve kompleks yapıları göz önüne alındığında gravimetrik metot basit ve hızlı olması nedeniyle kontrol amaçlı analizler için en uygun olanıdır. Deterjan metotları basit ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmeleri gibi avantajlara sahiptir. Ancak çözünebilir BL'in ekstraksiyonda kaybedilmesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Enzimatik yöntemlerde ise, lif yapısında olmayan bileşenlere karşı oldukça spesifik enzimler kullanılarak parçalanmaları sağlanabilirken, lifli kısım kimyasal olarak değişmeden kalmaktadır. Kullanılan enzimler ticari olarak kolayca sağlanmakta lif parçalayan diğer enzimleri içermemektedirler (HALVARSEN ve ALSTIN 1984). Günlük ölçümlerde toplam çözünmez BL'i hızlı bir şekilde tesbit edebilecek rutin yöntemlerin kullanılması yeterlidir. Ancak BL'lerin fizyolojik etkilerinin tesbit edilmesini gerektiren çalışmalarda BL'leri fraksiyonlarına ayırarak bileşenlerini detaylı olarak inceleyen yöntemler kullanılmak zorunludur.

#### BAZI GIDALARIN BESİNSEL LİF İÇERİKLERİ

Gıdaların BL içeriklerine yer veren ilk ölçüm tabloları Einhof tarafından geliştirilen metotlara dayanarak 1806-1809 yılları arasında hazırlanmıştır (MENDELOFF 1975). Bu yöntemde esas olarak seyreltik asit ve baz çözeltileri ile ekstraksiyondan sonra geride kalan hazmolmayan lifli maddelerin miktarları belirlenmektedir. Bu konuda son yıllarda artan araştırmalar sonucu ortaya çıkan çok sayıda ve kompleks yöntemler karşısında bu eski yöntem oldukça yetersiz kalmış olup, günümüzde kullanım alanı bulamamaktadır. Son yıllarda gıdaların BL içeriklerini belirlemede yukarıda değinilen modern analiz yöntemleri kullanılmaktadır. Tablo 1'de bazı gıdaların değişik yöntemlerle belirlenen BL içerikleri gösterilmiştir.

Çizelge 1. Çeşitli gıdaların lif içerikleri (% Kuru Maddede)

Gıda	Lif			Besinsel Lif		
	ADL	NDL	NDL+ Amilaz	Çözünmeyen	Çözünebilir	Toplam
Buğday kepeği	15,8	54,2	49,8	47,5	8,4	55,9
Arpa kavuzu	30,5	67,2	61,5	72,5	3,0	75,5
Bezelye	14,4	28,3	-	21,7	7,2	28,9
Şeker pancarı posası	30,4	74,8	69,0	66,9	20,7	87,4
Havuç	14,9	13,9	-	17,2	13,5	30,7
Beyaz lahana	12,2	14,2	-	18,5	13,7	32,2
Elma	8,5	10,1	-	10,8	6,2	17,0
Portakal	6,5	7,6	-	8,2	11,9	20,1

(SCHEWIZER and WURSCH 1979)

Hububat ve hububat ürünleri BL açısından oldukça zengindirler. Bu kaynaklardan üretilen çeşitli gıdaların her biri değişik oranlarda lif içermektedir. Genellikle BL'ler tanenin dış dokularında daha fazla bulunmaktadır. Nişastalı endospermin lif içeriği ise oldukça azdır. Hububatta BL içeriği cins, çeşit, yetiştirme koşulları, kültürel uygulamalar ve daha birçok faktöre bağlıdır. Buna karşın hububat ürünlerinin BL içeriği daha çok öğütme ile ilgilidir. Beyaz, düşük ekstraksiyonlu unlar az miktarda lif içermektedir. Unun ekmeğe işlenmesi sırasında su içeriğinin artması ile BL miktarı daha da azalmaktadır. Ekmek ve benzeri fırıncılık ürünleri diğer gıdalara nazaran BL ile zenginleştirilmeye daha uygundur. Ekmekteki BL içeriği ilave edilen kepek veya biracılık artığı maddeler ve diğer kaynaklardan elde edilen yüksek lif içerikli maddeler ile artırılabilir. Ancak, yüksek lif içerikli maddelerin ekmeğe katılması hem üretime hem de ürün kalitesine dayalı bazı problemlere yol açmaktadır. Bu olumsuz etkiler arasında, ekmeğin aromasında, yapısal ve fiziksel özelliklerinde meydana gelen olumsuz değişiklikler sayılabilir. Ayrıca BL'ce zengin maddeler hububat ürünlerinin lifçe zenginleştirilmelerinde kullanılmadan önce kepek-su içeriği, nişasta içeriği, ağır metal ve pestisit kalıntıları ve lif içeriği bakımından değerlendirilmeli, mikrobiyolojik ve hijyenik kaliteleri kontrol edilmelidir (WISKER vd. 1985).

Baklagillerin dışındaki meyve ve sebzeler, hububat ve ürünleri ile karşılaştırıldığında, yüksek su içerikleri nedeniyle daha az BL içerirler. Hububatta olduğu gibi, meyve ve sebzelerde de dış tabakalar BL bakımından oldukça zengindir. Meyve ve sebzelerde bulunan BL'lerin kompozisyonlarının tahıllarda bulunan BL'lerden farklı olduğu saptanmıştır. Genel olarak meyve ve sebzelerde çözünebilir bileşenler daha fazla olup hububat grubu ürünlerde olduğu kadar zengin bir BL içeriğine sahip değildiler.

#### KAYNAKLAR

- ANDERSON, J.W., D.A., DEAKINS, T.L., FLOORE, B.M., SMITH, S.E., WHITIS, 1990. Dietary fiber and coronary heart disease. *Food Sci. and Nutr.* 29 (2): 95.
- ANONYMOUS, 1979. Dietary fiber. *Food Technology* 33 (1): 35.
- ASP, N.G., G.G., JOHANSSON, H., HALLMER, M., SILJESTROM, 1983. Rapid enzymatic assay of insoluble dietary fiber. *J. Agric. Food Chem.* 31: 476.
- BECKER, H.G., W., STELLER, W., FELDHEIM, E., WISKER, W., KULIKOWSKI, P., SUCKOW, P., MEUSER, F., W., SEIBEL, 1986. Dietary fiber and bread: Intake, enrichment, determination and influence on colonic function. *Cereal Foods World* 31 (4): 306.
- H., HALVARSAN, F., ALSTIN, 1984. Dietary fiber determination methods. *Cereal Foods World* 29 (9): 571.
- HELLENDORF, E.W., M.G., NORDHOFF, J., SLOGMAN, 1975. Enzymatic determination of the indigestible residue (Dietary Fiber) content of human food. *J. Sci. Food Agric.* 26: 1461.
- LEVEILLE, G.A., 1975. The importance of dietary fiber in food. *The Bakers Digest* 49 (2): 34.
- MENDELOFF, A.I., 1975. Dietary fiber. *Nutrition Reviews* 33 (11): 321.
- MONGEAU, R., R., BRASSARD, 1982. Insoluble dietary fiber from breakfast cereals and brans: Bile salt binding and waterholding

- capacity in relation to particle size. *Cereal Chem.* 59: 413.
- OLSON, A., G.M., GRAY, M., CHIV, 1987. Chemistry and analysis of soluble dietary fiber. *Food Tech.* 41 (2) : 71.
- PROSKY, L., N.G., ASP, I., FURDA, J.W., DEVRIES, T.F., SCHWEIZER, B.F., HARLAND, 1984. Determination of total dietary fiber in foods, products and total diets. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 67 (6) : 1044.
- SAUNDERS, R.M., 1980. Wheat bran as a dietary fiber. In: *Cereals for Food and Beverages-Recent Progress in Cereal Chemistry*. Eds. G.E. Inglet, L. Munck, p. 137. Academic Press Inc.,
- SCHNEEMAN, B.O., 1986. Dietary fiber: Physical and chemical properties, methods of analysis and physiological effects. *Food Tech.* 40: 104.
- SCHWEIZER, T.F., P., WÜRSCH, 1979. Analysis of dietary fiber. *J. Sci. Food Agric.* 30: 613.
- SELVENDRAN, R.R., 1984. The plant cell wall as a source of dietary fiber: Chemistry and structure. *Am. J. Clin. Nutr.* 39: 320.
- SOUTHGATE, D.A.T., 1981. What is dietary fiber? *Food Technology in Australia* 33 (1) : 24.
- SOUTHGATE, D.A.T., G.J., HUDSON, H., ENGLYS, 1978. The analysis of dietary fibre-The choices for the analyst. *J. Sci. Food Agric.* 29: 979.
- THEANDER, D. and E.A., WESTERLUND, 1986. Studies on dietary fiber. 3. Improved procedures for analysis of dietary fiber. *J. Agric. Food Chem.* 34: 330.
- TROWELL, H., 1976. Definition of dietary fiber and hypotheses that it is a protective factor in certain diseases. *Am. J. Clin. Nutr.* 29: 417.
- WISKER, E., W., FELDHEIM, Y., POMERANZ, F., MEVSEK, 1985. Dietary fiber in cereals. Ch. 4 in: *Advances in Cereal Science and Technology*, Vol. 7 Y. Pomeranz Ed. AACC Inc. Minnesota, USA.