



T.C.

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI EKMEK ÇEŞİTLERİNDEKİ POLİAMİN
DÜZEYLERİNİN VE EKMEKTEN GELEN GÜNLÜK
POLİAMİN ALIM MİKTARININ BELİRLENMESİ**

AYŞE LAMİA ÖZTÜRK

BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Doç. Dr. NİHAL BÜYÜKUSLU

İSTANBUL-2018

TEZ ONAY FORMU

Kurum : İstanbul Medipol Üniversitesi
Programın Seviyesi : Yüksek Lisans (X) Doktora ()
Anabilim Dalı : Beslenme ve Diyetetik
Tez Sahibi : Ayşe Lamia ÖZTÜRK
Tez Başlığı : Farklı Ekmek Çeşitlerindeki Poliamin Düzeylerinin ve Ekmekten Gelen Günlük Poliamin Alım Miktarının Belirlenmesi
Sınav Yeri : İstanbul Medipol Üniversitesi Kavacık Yerleşkesi
Sınav Tarihi : 14.08.2018

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve nitelik yönünden Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Doç.Dr.Nihal BÜYÜKUSLU

Kurumu

İstanbul Medipol Üniversitesi

İmza

Sınav Jüri Üyeleri

Prof.Dr.Gülgün ERSOY

İstanbul Medipol Üniversitesi

Dr.Öğr.Üyesi Mehmet AKMAN

Okan Üniversitesi

Yukarıdaki jüri kararıyla kabul edilen bu Yüksek Lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulu'nun .16./08./ 2018. tarih ve .2018.../...32... - .19... sayılı kararı ile şekil yönünden Tez Yazım Kılavuzuna uygun olduğu onaylanmıştır.

Prof.Dr. Neslin EMEKLİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü



BEYAN

Bu tezin kendi çalışmam olduğunu planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Ayşe Lamia ÖZTÜRK



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimi boyunca bize yeni ufuklar açan, bu çalışmamızın planlanıp yürütülmesini sağlayan, çalışma boyunca bilgi ve tecrübeleriyle destek olan, değerli danışman hocam Doç. Dr. Nihal BÜYÜKUSLU'ya,

Laboratuvarında deneylerimin planlanmasını ve yapılmasını sağlamakta yardımcı olan Rejeneratif ve Restoratif Tıp Araştırmaları Merkezi çalışanı Orhan ÇAKAN'a,

Yine çalışmamda yardımlarını esirgemeyen Medipol Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü Öğr. Gör. Hilal HIZLI'ya

İstatistiksel analizlerin yapılmasında yardımcı olan Medipol Üniversitesi Sağlık Yönetimi Bölümü Dr. Öğr. Üye. Pakize YİĞİT'e,

Hayatım boyunca beni her zaman destekleyen aileme çok teşekkür ederim.

Yaptığımız bu çalışmanın insanlığa faydalı olmasını ve ülkemizin adına bilim dünyasında yeni ufuklar açmasını dilerim.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY FORMU.....	i
BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
1 ÖZET.....	1
2 ABSTRACT.....	3
3 GİRİŞ VE AMAÇ.....	5
4 GENEL BİLGİLER.....	6
4.1 Tahıllar.....	6
4.1.1 Buğday.....	6
4.1.2 Çavdar.....	8
4.1.3 Diğer Tahıllar.....	8
4.2 Ekmeğin Yapısı ve Bileşenleri.....	9
4.2.1 Ekmeğin Yapısı.....	10
4.2.2 Ekmeğin Bileşenleri.....	10
4.2.3 Ekmek Üretim Teknolojileri.....	18
4.2.4 Ekmeğin Saklanma Koşulları.....	21
4.2.5 Ekmek Çeşitleri.....	21
4.2.6 Ekmeğin Besin Değeri.....	22
4.2.7 Ekmeğin Günlük Tüketimi.....	24
4.3 Poliaminler.....	27
4.3.1 Yapıları.....	29
4.3.2 Poliamin Metabolizması.....	30
4.3.3 Fonksiyonları.....	33
4.3.4 Besinlerin Poliamin İçerikleri.....	39
4.3.5 Diyetle Alınan Poliaminler.....	42
5 GEREÇ VE YÖNTEM.....	44
5.1 Ekmek Örneklerinin Temin Edilmesi.....	44
5.2 Örneklerin Analize Hazırlanması.....	44

5.3	Çözeltilerin Hazırlanması.....	45
5.4	Poliamin Standart Çözeltileri	46
5.5	Örneklerin Analizi.....	46
5.6	Ekmek Tüketimine Bağlı Olarak Günlük Poliamin Tüketiminin Belirlenmesi.....	47
5.7	İstatistiksel Analiz.....	47
6	BULGULAR.....	49
6.1	Farklı Ekmek Türlerinin İç ve Kabuklarında Poliamin Düzeylerinin Karşılaştırılması.....	49
6.1.1	Fırında Üretilen Ekmeklerin Poliamin Düzeyleri	49
6.1.2	Endüstriyel Yolla Üretilen Ekmeklerin Poliamin Düzeyleri.....	56
6.2	Bekleme Sürelerine Göre Poliamin Düzeylerinin Değişimi	60
6.3	Farklı Ekmek Tiplerinde Poliamin Düzeylerinin Karşılaştırılması	64
6.4	Günlük Ekmek Tüketiminden Gelen Poliamin Miktarı	66
6	TARTIŞMA	69
6.1	Pişirme	70
6.2	Maya.....	71
6.3	Bayatlama.....	72
6.4	Günlük Ekmek Tüketiminden Gelen Poliamin Miktarı	73
6.5	Araştırmanın Kısıtlılıkları	75
7	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	76
8	KAYNAKLAR	79
9	ÖZGEÇMİŞ	89

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

AZI: Antizim

AZIN: Antizim inhibitörü

DNA: Deoksiribonükleik asit

eIF5A: Eukaryotic translation initiation factor 5A

FLR: Floresan

HCl: Hidroklorik asit

HClO₄: Perklorik asit

HPLC: High Performance Liquid Chromatography

K₂B₄O₇: Potasyum tetraborat tetrahidrat

K₂CO₃: Potasyum karbonat

kkal: kilo kalori

M: Molar

mM: milimolar

NaCl: Sodyum klorür

Nmol: nanomol

ODK: Ornitin dekarboksilaz

ppm: parts per million

RNA: Ribonükleik asit

SAM: S-Adenozilmetiyonin

SAMDK: S-Adenozilmetiyonin dekarboksilaz

SPSS: Statistical Package for Social Science

SSAT: Spermidin/spermin asetiltransferaz

TÜBER: Türkiye Beslenme Rehberi

w/v: ağırlık/hacim

μ L: mikrolitre

μ m: mikrometre



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1 Buğday tanesinin boyuna kesiti	8
Şekil 4.2 Türkiye'de tahıl grubu besinlerin ortalama tüketim miktarları	25
Şekil 4.3 Spermin fosfat kristalleri.....	27
Şekil 4.4 Poliaminlerin yapısal formülleri	30
Şekil 4.5 Poliamin metabolizması.....	31
Şekil 4.6 Ekmeklerin analiz aşamaları	48



TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1 Tahılların kimyasal bileşimleri	9
Tablo 4.2 Buğday ve çavdar unlarının ortalama bileşimleri	12
Tablo 4.3 Ekmeğe ilave edilebilen katkı maddeleri.....	17
Tablo 4.4 Farklı ekmek çeşitlerinin bir porsiyonlarının enerji ve besin ögesi içerikleri	24
Tablo 4.5 Ekmek ve tahıl grubundan yaş gruplarına göre bir günde tüketilmesi gereken porsiyon miktarları	26
Tablo 6.1 Fırın üretimi beyaz ekmek poliamin miktarları	49
Tablo 6.2 Fırın üretimi tam buğday ekmeği poliamin miktarları.....	50
Tablo 6.3 Fırın üretimi çavdar ekmeği poliamin miktarları.....	51
Tablo 6.4 Hemen analiz edilen fırın üretimi farklı ekmek çeşitlerinin iç kısımlarındaki poliamin miktarının arasındaki fark	53
Tablo 6.5 Hemen analiz edilen fırın üretimi farklı ekmek çeşitlerinin kabuk kısımlarındaki poliamin miktarı.....	54
Tablo 6.6 Dört gün bekletilmiş fırın üretimi farklı ekmek çeşitlerinin iç kısımlarındaki poliamin miktarları.....	55
Tablo 6.7 Dört gün bekletilmiş fırın üretimi farklı ekmek çeşitlerinin kabuk kısımlarındaki poliamin miktarları.....	56
Tablo 6.8 Endüstriyel yolla üretilen beyaz ekmeklerin poliamin miktarları	56
Tablo 6.9 Endüstriyel yolla üretilen tam buğday ekmeği poliamin miktarları	58
Tablo 6.10. Endüstriyel yolla üretilen çavdar ekmeği poliamin miktarları	59
Tablo 6.11. Dört günlük bekleme süresinde fırın üretimi farklı ekmek çeşitlerinin poliamin miktarlarının değişimi.....	60
Tablo 6.12. Hemen analiz edilen ve bekletildikten sonra analiz edilen fırın üretimi farklı ekmek çeşitlerinin iç ve kabuk kısımlarındaki poliamin miktarları arasındaki fark	62
Tablo 6.13. Dört günlük bekleme süresinde endüstriyel yolla üretilen beyaz, tam buğday ve çavdar ekmeklerinin poliamin miktarlarının değişimi.....	63
Tablo 6.14. Üretim çeşidine göre ekmeklerin poliamin miktarının değişimi	64
Tablo 6.15. Dördüncü gün analiz edilen ekmeklerin üretim çeşidine göre poliamin miktarının değişimi	65

Tablo 6.16. Fırın üretimi ekmeklerin 1 porsiyonundan alınan poliamin miktarları .. 67

Tablo 6.17. Günlük tüketilmesi önerilen ekmek miktarının poliamin içerikleri..... 68



1 ÖZET

FARKLI EKMEK ÇEŞİTLERİNDEKİ POLİAMİN DÜZEYLERİNİN VE EKMEKTEN GELEN GÜNLÜK POLİAMİN ALIM MİKTARININ BELİRLENMESİ

Poliaminler bütün canlılarda bulunan ve birçok fonksiyona sahip olan biyolojik aminlerdir. Hücrede toplam poliamin düzeyini biyosentez yoluyla sentezlenen, besinlerden alınan ve mikrobiyota kaynaklı poliaminler belirler. Bu çalışmada ekmek çeşidine, üretim şekline ve bekleme süresine bağlı olarak poliamin içeriklerinin ve içerdikleri poliamin düzeylerinden yola çıkılarak Türkiye’de günlük ekmek tüketimiyle alınan poliamin miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmamız beyaz, tam buğday ve çavdar ekmeklerinden olmak üzere her biri 10’ar adet fırın üretimi ve 3’er adet endüstriyel üretimi toplam 39 ekmek örneği üzerinde gerçekleştirilmiştir. Poliamin analizleri Medipol Üniversitesi Rejeneratif ve Restoratif Tıp Araştırmaları Merkezi laboratuvarında yüksek performanslı sıvı kromatografisi yöntemi (HPLC) ile tespit edilmiştir. Ekmeklerin iç ve kabuk kısımları tartılarak iç/kabuk oranı elde edilmiş ve 1 porsiyon ekmeğin içerdiği poliamin miktarı belirlenmiştir. Ekmekten gelen günlük poliamin alım miktarının hesaplanmasında Türkiye Beslenme Rehberi’nden (TÜBER) elde edilen günlük ekmek tüketim miktarları kullanılmıştır. Bir porsiyon ekmekte toplam poliamin miktarı beyaz ekmek için 2188 nmol, tam buğday ekmeği için 6042,50 nmol, çavdar ekmeği için 7174,50 nmol olarak hesaplanmıştır. Toplam poliamin düzeyleri endüstriyel üretim beyaz ekmek içi hariç tüm ekmek çeşitlerinin içlerinde kabuklarından daha yüksek bulunmuştur. Ekmeklerin (tam buğday ekmeği hariç) poliamin düzeyleri sırasıyla spermidin>spermin>putresin olarak belirlenmiştir. Fırın üretimi tüm ekmeklerin iç ve kabuk kısımlarındaki putresin, spermidin, spermin ve toplam poliamin miktarı arasında fark ve dört gün bekletilme sonrasında beyaz, tam buğday ve çavdar ekmeklerinin toplam poliamin içerikleri arasındaki fark anlamlı bulunmuştur. Endüstriyel üretim ekmeklerin (çavdar ekmek içi hariç) toplam poliamin miktarlarının fırın üretimi ekmeklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak; ekmeklerin poliamin içerikleri üretim

yöntemlerine, ekme k  eşitlerine ve ekmeğin i  ve kabuk b lgelerine g re farklılık g stermektedir.

Anahtar kelimeler: ekme k  eşitleri, ekme k t ketimi, poliamin, putresin, spermidin, spermin



2 ABSTRACT

DETERMINATION OF POLYAMINE LEVELS OF VARIOUS BREAD TYPES AND DAILY POLYAMINE INTAKE FROM BREAD CONSUMPTION

Polyamines are the biologic amines that have many functions including cell growth and development in all living cells. Total polyamine level in the cell is regulated by polyamines come from biosynthesis, diet and microbiota. The aim of this study to determine polyamine levels of various bread types depending on bread types, production method and waiting period and then the amount of daily polyamine intake consumed from bread in Turkey. This study was carried out on conventional (n=10) and (n=3) industrial of 39 white, whole wheat and rye bread samples. 30 conventional breads were picked up from 10 different bakeries, nine industrial breads were picked from one point of sale. Polyamine analyses were performed at Medipol University Regenerative and Restorative Medicine Research Center laboratories. A slice of bread was analyzed at day they picked up and other slice of bread was analyzed at day fourth after they picked up. The amounts of polyamines of bread crumb and crust were detected by high performance liquid chromatography (HPLC). Through crust and crumb weighing, crumb/crust ratio was obtained, the amount of polyamines per portion of bread was calculated. To calculate daily polyamine intake, daily bread consumption was used Turkey Nutrition Guide (TÜBER). A portion of white, whole wheat and rye bread contain total polyamines respectively 2188 nmol, 6042,50 nmol, 7174,50 nmol. The total polyamine levels of the crumbs in all types breads had higher than that of the crusts except for industrial white bread crumb. The polyamine content of all the bread types is like spermine>putrescine>spermidine except for conventional white bread. Putrescine, spermidine, spermine and total polyamine differences among conventional white, whole wheat and rye bread crumbs and crusts and after waiting period total polyamine differences among white, whole wheat, rye bread was statistically significant. In bread crumb and crust the total polyamine levels of industrial breads are more than conventional breads except for rye bread crumb. To conclude, breads'

polyamine contents vary by production methods, bread type, and the ratio of bread crumb and crust.

Keywords: bread types, bread consumption, polyamine, putrescine, spermidine, spermine



3 GİRİŞ VE AMAÇ

Poliaminler bütün hücre türlerinde elzem maddelerdir ve optimum hücre gelişimi için gereklidirler (1). Tüm prokaryotik ve ökaryotik hücrelerde sentezlenirler. Hücre proliferasyonu, rejenerasyonu ve farklılaşmasından sorumludurlar. Vücut poliamin havuzunun kaynağını de novo sentez, diyet ve mikrobiyota kaynaklı poliaminler oluşturmaktadır (2). Beslenme yoluyla alınan poliamin miktarı, vücutta sentezlenen poliamin miktarından daha fazladır ve bu yolla alınan poliaminlerin hepsi emilmektedir (3). Hücre gelişimi ve proliferasyonundaki rolünün yanında; hem normal büyüyen- gelişen hücreler ve hem de tümör gibi hızlı bölünen hücre ve dokularda poliamin düzeylerinin yüksek olduğu belirtilmektedir. Aynı zamanda besinlerden gelen poliaminlerin, yeni doğan memeli canlıların sindirim sisteminin oluşması ve gelişmesinde etkili olduğu ileri sürülmektedir. Yetişkin sindirim sisteminin genel özelliklerinin ve normal gelişiminin devamlılığı için gerekli olmasının yanında son yıllarda yapılan araştırmalar, hücrelerdeki poliamin miktarının azaltılmasının kanser sürecini yavaşlatmaya yardımcı olabileceğini ileri sürmektedir (4, 5). Ülkemizde ekme ve tahıl ürünleri temel besin ürünleri arasında yer alır. Türk halkının tükettiği ekmekten gelen enerji, günlük aldığı enerjinin %44'ünü oluşturmaktadır (6). Ülkemizde, beyaz ekmeğin spermin alımına en çok katkı sağlayan besin olduğu ve ana spermidin kaynağının buğday ürünleri olduğu tespit edilmiştir (2). Günlük diyetle alınması gereken poliamin düzeyleri ise henüz belirlenmemiştir. Diyet yoluyla alınan poliaminlerin sahip olduğu etkilerin önemi ve toplumumuzda ekmeğin yaygın olarak tüketilmesinden dolayı, araştırmamızda farklı ekme çeşitlerindeki poliamin miktarının ve buna bağlı olarak bireylerin ekmekten aldığı günlük poliamin miktarının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

4 GENEL BİLGİLER

4.1 Tahıllar

Tahıl ürünleri insanoğlunun en önemli yiyecek maddeleri arasında bulunmaktadır. Gelişmiş ülkelerde, ekmek tüketiminden sağlanan besin ögeleri, günlük karbonhidrat ihtiyacının yaklaşık yarısını, protein ihtiyacının üçte birini ve B vitaminin %50-60'ını karşılamaktadır. Bunun yanı sıra beslenmede gerekli çeşitli mineraller için önemli bir kaynaktır. Başlıca tahıllar; buğday, çavdar, mısır, pirinç, darı ve yulaftır. Sadece buğday ve çavdar ekmek yapımı için uygundur ve bu nedenle özel bir role sahiptir (7).

Tahıldan elde edilen ürünler arasında ekmek, kahvaltılık gevrekler, bisküvi, kek ve hamur işleri ve makarna gibi ürünler yer almaktadır (8).

Tahıllar, besleyici özellikleri nedeniyle dünya genelinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Muhafazası ve taşınması kolaydır ve kuru bir şekilde muhafaza edildiğinde kolay kolay bozulmaz (9).

Tahılların dış kabuğu ile tohum kabuğu birbirine sıkıca bağlanmış halde bulunur. Yulaf, arpa ve pirinçte kabuk, tane ile kaynaşmış haldedir. Buna karşın, buğday ve çavdar taneleri harmanlandığı zaman kabuklarından ayrılır. Tahılların ana bileşenleri birbirlerine oldukça benzerdir (7).

4.1.1 Buğday

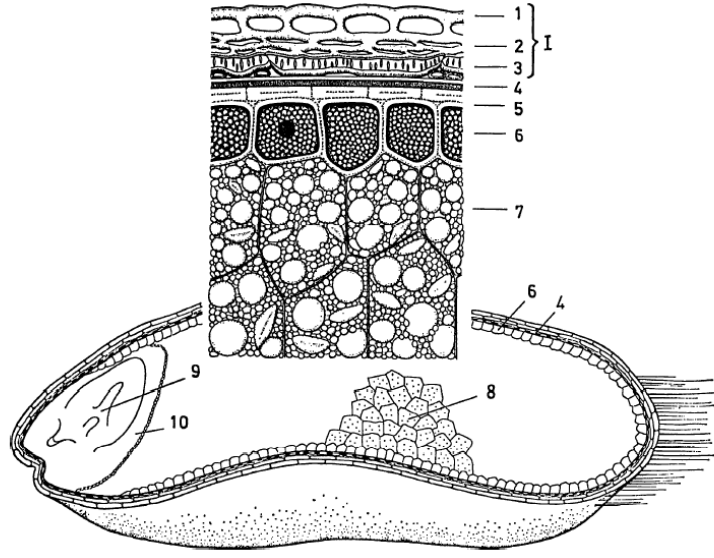
Buğday *Triticum* ailesine ait bir bitkidir. Hem kışın hem yazın yetiştirilebilmektedir. Ticari anlamda en önemlileri *T. aestivum* spp. Vulgare ve *T. durum*'dur (9).

Bir buğday tanesi kepek, rüşeym (embriyo) ve endosperm olmak üzere üç ana tabakadan meydana gelmektedir (Şekil 4.1) (10, 11). Buğdayın kimyasal yapısı kalıtsal yapısına, iklime ve toprağa bağlı olarak değişir (12).

Kepek, tahıl tanesinin dışını örten çok katmanlı bir örtüdür. Rüşeym ve endospermi; güneş ışığı, böcek, su ve hastalıkların verebileceği hasarlardan korur. Kepek; lif, vitamin, mineral, enzim, globülin proteinleri ve fenolik bileşikler içermektedir. (10, 13).

Tanenin en büyük kısmı olan endosperm ise filizlenme için gereken besin öğelerini sağlar (10). Buğday tanesinin en büyük bileşenidir. Nişastalı karbonhidrat, protein, vitamin ve mineraller içermektedir (13). Nişastalı endosperm ve aleuron tabakasından oluşmaktadır. Nişastalı endosperm, buğday tanesinin %70-80'ini oluşturur ve unun kaynağını teşkil eder (7).

Rüşeym, embriyoyu ifade etmektedir. Polen ile döllendiği zaman tahıl tanesinin yeni bir bitki olacak kısmıdır (7, 13). Rüşeym; yağ, globülin proteinleri, enzim, vitamin ve mineral içermektedir (10).



Şekil 4.1 Buğday tanesinin boyuna kesiti

I Perikarp tabakası, 1 edipermis, 2 hipodermis, 3 tüp hücreleri, 4 tohum kabuğu, 5 tohum taslağı dokusu, 6 aleuron tabakası, 7 dış nişastalı endosperm hücreleri, 8 iç nişastalı endosperm hücreleri, 9 rüşeym, 10 skutellum

4.1.2 Çavdar

Buğday gibi ekmek yapılabilen bir tahıldır. Fakat buğday ekmeği gibi kabarma gücü yoktur. Buğdaydan daha sert şartlarda yetişir. Almanya ve İskandinavya ülkelerinde çavdar ekmeği hem tam çavdar ekmeği olarak hem de diğer tahıllarla karıştırılarak yapılan ekmekler olarak tüketilir. Tadı biraz daha acıdır (10).

4.1.3 Diğer Tahıllar

Arpa, ekmek yapımı için uygun olmamakla birlikte bir fırıncılık malzemesi olan “malt” yapımında kullanılır. Maltlama veya diğer adıyla çimlendirme süreci, tahılın filizlenme veya çimlenmesini başlatmak için suda bekletildiği süreçtir. Bu süreçte nişastanın bir kısmı şekere dönüşür. Malt, genellikle bira ve viski imalatında kullanılır fakat aynı zamanda malt unu ve malt özütü şeklinde fırıncılık ürünlerinde kullanılır. Malt özütü mayayı beslemek amacıyla küçük miktarlarda buğday ununa

eklenebilmektedir. Fakat fungal alfa-amilaz, malt ununa kıyasla daha yaygın olarak kullanılmaktadır (10).

Mısırdan (zea mays) ekmeğ yapılabilmektedir, yetiştirildiği bölgelerde de kullanılmaktadır.

Tahılların içerdiği bileşenler Tablo 4.1’de gösterilmiştir. En yüksek protein ve yağ oranı yulaf, karbonhidrat oranı pirinçte, lif oranı buğday ve çavdarda bulunmaktadır. Tüm tahıllarda niasin, diğer B grubu vitaminlerinden daha fazla bulunmaktadır (Tablo 4.1) (7).

Tablo 4.1 Tahılların kimyasal bileşimleri (ortalama değerler) (7)

	Buğday	Çavdar	Mısır	Arpa	Yulaf	Pirinç	Darı
	Ağırlık %						
Rutubet	13,2	13,7	12,5	11,7	13,0	13,1	12,1
Protein (N x 6.25)	11,7	9,5	9,2	10,6	12,6	7,4	10,6
Yağ	2,2	1,7	3,8	2,1	7,1	2,4	4,05
Karbonhidrat	59,6	60,7	64,2	63,3	55,7	74,1	68,8
Lif	13,3	13,2	9,7	9,8	9,7	2,2	3,8
Mineral	1,5	1,9	1,30	2,25	2,85	1,2	1,6
	mg/kg						
Tiamin	5,5	4,4	4,6	5,7	7,0	3,4	4,6
Niasin	63,6	15,0	26,6	64,5	17,8	54,1	48,4
Riboflavin	1,3	1,8	1,3	2,2	1,8	0,55	1,5
Pantotenik asit	13,6	7,7	5,9	7,3	14,5	7,0	12,5

4.2 Ekmeğin Yapısı ve Bileşenleri

Ekmeğ; buğday unu, su, tuz ve mayanın karıştırılıp yoğrulduktan sonra mayalanmaya bırakılıp pişirilmesi ile elde edilen bir besindir. Gerekliğinde şeker, gluten, enzimler, malt unu ve Türk Gıda Kodeksi’ne göre izin verilen katkı maddeleri ilave edilebilir (14).

Ekmek, insanoğlunun yapımını bildiği en eski besinlerden biridir. Araştırmalar, milattan önce Babil, Mısır, Yunan ve Romalıların ekmeği tükettiğini göstermektedir (15).

Buğday, en çok ekmeğin şeklinde tüketilmektedir. Mayalanarak yapılan ekmeğin, sadece buğday ve çavdar unlarından yapılabilmektedir. Pirinç ve mısır unundan kendi başlarına ekmeğin yapılamamaktadır. Çünkü glutelin ve prolamin proteinlerinin miktarı birbirlerine yakın değildir. Bu yüzden pirinç veya mısır unundan ekmeğin yapılmak istenirse içine buğday unu karıştırılmalıdır (16).

4.2.1 Ekmeğin Yapısı

Dışarıdan bakıldığında iyi pişmiş ve kabarmış olmalıdır. Kendine has görünüşü ve kokusu vardır. Yabancı tat ve koku hissedilmemelidir. Kabuğu yanmamış, hafif sert ve gevreklerdir. Renk dağılımı homojendir. Basık ve yanık olmamalıdır. İçi süngerimsi yapıdadır, küçük ve homojen deliklidir, kabuk ile iç kısmı birbirinden ayrılmamış halde olur. İyi bir ekmeğin ağızda acılık, ekşilik ve çıtırtı yapmamalıdır. Hamurumsu ve yapışkan değildir. Yabancı madde bulunmamalıdır. Bunun yanında karışmamış bir halde un, tuz, katkı maddeleri ve bunların topakları içermemelidir (14, 16).

4.2.2 Ekmeğin Bileşenleri

Un

Un, tahılların öğütülmesi ile elde edilmektedir. Değirmende elde edilen un, tahıl tanesinin kepek, endosperm ve rüşeymi ayrılmadığı için tam buğday unudur (16).

Nişasta ve gluten, unun ana bileşenleridir ve ikisi de hamurun reolojik özelliklerinde önemli rollere sahiptir (17).

Olgunlaşmış bir buğdayın %85'i karbonhidrattır. Bunun %80'i nişasta; yaklaşık %7'si mono-, di- ve oligosakkarit ve fruktan; yaklaşık %12'si hücre duvarı polisakkaritleridir. Nişasta, diyet karbonhidratının ana kaynağını oluştururken nişasta olmayan polisakkaritler (hücre duvarı polisakkaritleri) ise diyet lifinin ana bileşenidir (18). Nişasta sadece endosperm hücrelerinde bulunmaktadır. Pişirilme süresince suyun yaklaşık %45'ini emer (7). Buğday ununun çoğunluğunu oluşturur (11). Hamurun reolojisinde önemli rollere sahiptir (17).

Nişasta, amiloz ve amilopektin adlı iki ayrı formdan oluşur. Genellikle nişastanın %20-30'u amiloz, %70-80'i amilopektindir (10).

Amiloz, glukoz moleküllerinin α -1-4 bağları ile bağlanması ile oluşur (16). Amilopektin ise çoğunlukla dallanmış polimerlerdir. Ağırlıklı olarak α -1-4 bağlarından oluşmuştur. α -1-6 bağları ile dallanmış yapı kazanır (11).

Nişastanın çoğunluğu ince bağırsaklarda sindirilirken; burada sindirilmeyen, kalın bağırsaktaki bakteriler tarafından kısa zincirli yağ asitlerine fermente olan nişasta, dirençli nişasta olarak adlandırılır. Tahıllar yaklaşık %3 oranında dirençli nişasta içerir. Diyet lifi bileşenidir. Nişasta olmayan polisakkaritler ile benzer özelliklere sahiptir (18).

Nişasta olmayan polisakkaritlerin miktarı, tanenin dış kısmından iç kısmına doğru azalır. Bu yüzden unda bulunan miktarı, randıman arttıka artmaktadır (Tablo 4.2). Tahıllarda bulunan nişasta olmayan polisakkaritler; pentozan, selüloz, β -glukan ve

glukofruktan bileşikleridir (7). Bu bileşiklerin tümü diyet lifi bileşenleridir. Her bir bileşik sınıfı boyut ve kimyasal yapı bakımından geniş bir çeşitlilik gösterir (11).

Tablo 4.2 Buğday ve çavdar unlarının ortalama bileşimleri^a (7)

	Buğday unu				
	Tip				
	405	550	812	1050	1700 ^b
	Un ekstraksiyon oranı (%)^c				
	40-56	64-71	76-79	82-85	100
Nişasta	82,3	81,8	78,1	77,8	69,2
Protein (N x 5,8)	11,7	12,3	13,0	12,9	12,7
Lipit	1,0	1,2	1,5	2,0	2,3
Diyet lifi ^d	4,7	5,0	5,6	6,0	13,4
Mineral (kül)	0,41	0,55	0,81	1,05	1,7
	Çavdar unu				
	Tip				
	815	997	1150	1370	1740
	Un ekstraksiyon oranı (%)^c				
	69-72	75-78	79-83	84-87	90-95
Nişasta	74,8	73,5	71,3	71,1	68,6
Protein (N x 5,8)	7,2	8,03	9,6	9,6	11,7
Lipit	Analiz edilmedi	1,3	1,5	1,7	1,8
Diyet lifi ^d	7,6	10,1	9,3	10,5	16,2
Mineral (kül)	0,82	1,0	1,15	1,37	1,74

^a Her bir buğday ve çavdar unlarının kuru ağırlıkları başına % ağırlığı

^b Tam buğday unu

^c Tahmini veri

^d Sindirilemeyen karbonhidratlar (suda çözünen ve çözünmeyen), lignin.

Buğdayın protein içeriği çevresel ve kalıtsal etmenlere bağlı olarak %6-18 arasında değişir. Tahıl proteinleri özütlenme ve çözünürlük özelliklerine göre albümin, globülin, prolamin ve glutelin adlı dört gruba ayrılır. Albümin suda, globülin tuz çözeltilerinde, prolamin alkol-su karışımlarında, glutelin ise seyreltik asit veya alkali çözeltilerde çözünür (10, 11).

Buğday ununun yaklaşık %15'i albümin veya globülin, %85'ini de depo proteinleri olan prolamin ve glutelin proteinleri oluşturur. Prolamin grubundan gliadin (%52), glutelin grubundan glutenin (%48) buğdayda gluten oluşturur. Gluten, fermantasyon boyunca gaz tutan viskoelastik hamur oluşturur (11). Albümin ve

globülinin kaynağı hücresel kısımlardır. Dolayısıyla enzimler de bu protein fraksiyonlarında bulunmaktadır (7).

Glutenin ve gliadin proteinlerinin içeriği ve glutenin/gliadin oranı, gluten ağının reolojik özelliklerine ve dolayısıyla hamurun dayanıklılığına esas olarak katkı sağlar. Glutenin hamura dayanıklılık sağlarken, gliadin hamura esneklik ve viskozite, sağlamaktadır (10, 17).

Gluten; un ve suyun karıştırılması sırasında oluşan bir protein fraksiyonudur (19). Hamurun plastisitesinden ve stabilitesinden sorumludur. Glutenin %90'ı protein, %8'i lipit, %2'sini karbonhidrattan oluşur. Çavdar ve diğer tahıllar, gluten oluşturamaz (7). Kötü kaliteli buğdayın gluteni daha az elastik ve daha viskoz bir yapı oluşturur (20).

Buğdaydaki ve dolayısıyla undaki enzimler tane için besin öğelerini kullanılabilir hale getirir. Alfa-amilaz, mayanın beslenmesi için şeker üretir ve hamurun yapısını geliştirir. Lipaz ve lipoksijenaz, kepek ve rüşeyimde bulunur. Fitaz, %70'i fitik aside bağlı olan fosforu serbestleştirir (10). Fitik asit demir, çinko, kalsiyum ve proteinlerle kompleks halde bulunur (21) ve intestinal absorpsiyonunu engeller. Fitaz aynı zamanda mayada da bulunmaktadır. Bu yüzden mayalanmış ekmek, beslenme açısından mayalanmamış ekmekten daha üstündür (10). Polifenol oksidaz tam buğday unlarında kahverengileşmeye neden olabilir (7).

Tahıllardaki yağ miktarı farklılık gösterir (Tablo 4.1). Buğday unu, randımana göre %1,5-2,5 oranında yağ içerir (7). Tahıllarda bulunan yağlar elzem yağ asitleri, yağda çözünen vitaminler ve fitosterollerini içermektedir (22).

Buğday, yağdan fakirdir. Rüşeyimde en yüksek düzeyde, endospermde en düşük seviyede bulunur. Bu lipitlerin yarısı apolar, yarısı polar yapıdadır. Polar lipitler unlu

mamullerin üretiminde işlevsel role sahiptir (11). Unun yağ içeriği ekmek hacmini ve yapısını etkilemektedir (23). Apolar lipitler ekmek hacmini azaltırken, polar lipitler ekmek hacmini iyileştirmektedir (24).

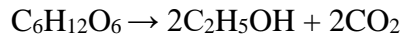
Buğdayın kül oranı genellikle %1,5-2 arasında değişmektedir. Tanecik içinde homojen olarak dağılmamıştır. Endospermin iç kısmında nispeten daha az bulunur (%0,3), kepek kısmında daha fazla (%6) bulunur (11).

Maya

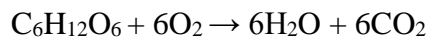
Gözenekli ekmek içini sağlayan unsurdur. Normal mayalar maltozdan ziyade sükrözü indirger. Özel, hızlı fermantasyon yapan mayalar ise aynı hızla iki disakkariti de metabolize eder. Mayaların en uygun gelişme (24-26°C) ve fermente etme sıcaklıkları (28-32°C) farklılık gösterir. Gelişimleri için en uygun pH değeri 4-5 arasındadır. Fermantasyon sırasında hamurun kabarmasını sağlayan CO₂ ve etil alkole ek olarak aroma bileşikleri üretirler (7). Glutenin elastik özelliğini artırır (25).

Ekmek mayası, ekmek üretimi için esas malzemedir. En yaygın kullanılan ekmek mayası, *Saccharomyces cerevisiae*'dir. Hem aerobik hem de anaerobik yol ile çalışabilir. Her iki durumda da substrat glukozdur (10).

Anaerobik yolda alkol ve karbondioksit üretir (fermantasyon):



Aerobik yolda su ve karbondioksit açığa çıkar (solunum):



Maya, eser miktarda şekeri fermente eder. İçeriğindeki invertaz, sü krozu fermente edilebilen dekstroz ve sü kroza parçalar. Bunun yanında undaki alfa amilaz ve beta amilaz hasarlanmış nişastayı maltoza parçalar. Mayadaki maltaz, maltozu dekstrozlara parçalar. Daha sonra maya dekstrozu fermente ederek etil alkol ve karbondioksit açığa çıkarır (10).

Bir hamur parçası hiçbir müdahaleye maruz kalmaksızın bırakıldığında hamurda birtakım değişiklikler gözlenir. Yumuşamaya başlar. Gözenekler oluşur. Kendine has bir kokusu oluşur ve tadı ekşimeye başlar. Bu değişime un, su ve havadaki mikroorganizmalar sebep olur. Elde edilen maddeye ekşi maya denir (25).

Endüstriyel olarak yaş, kuru ve instant olmak üzere üç çeşit maya üretimi yapılmaktadır (25).

Su

Ekmeğin yapımında en önemli bileşenlerdendir. Kullanılan suyun özelliği ve miktarı hamurun kalitesini etkiler. Suyu emen nişasta tanecikleri şişer. Proteinler ise elastik hale gelir. Fermantasyonun başlaması ve yayılması için gerekli olan ortamı tedarik eder. Kullanılacak su temiz ve içilebilir nitelikte olmalıdır. Orta sertlikte (50-100 ppm) olmalıdır. Sudaki mineraller gluteni kuvvetlendirir ve maya için gereklidir (25).

Tuz

Ekmeğin tadı, hamura % 1,5 oranında sodyum klorür (NaCl) ilavesiyle tamamlanır. Sodyum fumarat/fitat gibi diğer küçük katyonlu tuzlar ile beraber NaCl ilavesi hamurun stabilitesini artırır (7). Bunun yanında gluteni güçlendirip yumuşamasını engeller. Mayanın çalışması üzerine etkisi vardır. Hamurun stabilitesini artırır.

Ekmeğe düzgün ve gözenekli bir içyapı sağlar. Tuzsuz yapılan ekmekler daha çabuk bozulmaktadır. Tuzsuz ekmekler dördüncü gün küflenirken tuz katılarak yapılmış ekmekler yedinci gün küflenmektedir (25).

Türk Gıda Kodeksi ekmek ve ekmek çeşitleri tebliğine göre ekmekteki tuz miktarının en çok %1,5 olması gerektiği belirtilmiştir (14).

Enzimler

Çimlenmemiş buğdayda alfa amilaz aktivitesi çok düşüktür ve çok az nişastayı hidrolize edebilir. Bu yüzden malt unu veya mikrobiyal preparatlar ile dışarıdan alfa amilaz ilavesi yapılmaktadır. Mikrobiyal kaynaklar arasında *Aspergillus oryzae* (fungal) ve *Bacillus subtilis* (bakteriyel) yer almaktadır. Aynı zamanda ekmek içinin bayatlamasını da geciktirir (7, 10). Ekmek hacmini geliştirir. Ekmek içinin sert dokusunu yumuşatır (11).

Lipoksijenaz, soya ununda bulunur. Az miktarda ilave edildiğinde hamurun karışmaya olan toleransı artar. Ekmeğin reolojik özelliklerini geliştirir ve hacmini artırabilir. Miktarı %1 ile sınırlanmıştır. Buğday unundaki endojen lipoksijenazın aksine peroksi radikali oluşturur (7).

Proteinaz, hamurunu yumuşatmak amacıyla kullanılmaktadır. Proteinleri hidrolize etmektedir. Ekmeğin aromasını ve kabuk rengini iyileştirir (7).

Hemiselülaz, pentozan ve selülozu sindirir. Hamurun işlenme özelliklerini geliştirir. Ekmeğin kalitesini iyileştirir (26).

Lipaz ekmek hacmini artırır. Ekmek içinin düzgün olmasını sağlar. Depolama süresince yumuşaklığı geliştirir (11, 26). Glukoz oksidaz hamurun daha güçlü olması için kullanılmaktadır (11).

Katkı maddeleri

Buğday unları, buğday türlerine göre geniş bir çeşitlilik gösterir. Bu nedenle buğdayın una, unun hamura işlenmesi ve ekmeğin üretilmesinde ortaya çıkan sorunları giderme, besin değerini koruma ve raf ömrünü uzatma gibi nedenlerle gıda katkı maddelerinin kullanılması gerekli olabilir (7). Ekmeğe ilave edilebilen katkı maddeleri Tablo 4.3'te görülmektedir.

Tablo 4.3 Ekmeğe ilave edilebilen katkı maddeleri

Katkı maddesi	Görevi
Askorbik asit	Hamurun daha güçlü ve kuru olmasını sağlar, ekmek hacmini artırır (7).
Emülgatör (lesitin, mono- ve diaçilgliseritler ve türevleri (asetik, tartarik, laktik, monoasetil veya diasetil tartarik asitle esterifiye edilmiş))	Hamurun özelliklerini ve ekmeğin özelliklerini iyileştirmektedir. Ekmeğin raf ömrünü geliştirir. Son ürün tazeliğini geliştirir. Ekmek içinin bayatlamasını geciktirir (7), ekmek hacmini artırır (23).
Asitlik düzenleyici (ekşi süt (laktik asit), sirke (asetik asit), limon suyu (sitrik asit) ve potasyum asit tartarat)	Asitlik veya alkaliliği değiştiren veya kontrol eden maddelerdir (27).
Koruyucu (kalsiyum propiyonat, sorbik asit)	Mikroorganizma kaynaklı bozulmalara karşı korur. Patojen mikroorganizmaların gelişimini önler. Böylece raf ömrü uzatır (27).
Kıvam arttırıcı (Guar gum)	Üç boyutlu yapı oluşturur. Hamurun ıslak ve yumuşak olmasını önler (10).

Ekmeğe İlave Edilen Diğer Maddeler

Vital gluten, buğday unundan elde edilen bir protein konsantresidir. Unun reolojik özelliklerini geliştirmek için ilave edilmektedir. Ekmek yapımı için zayıf olduğu

düşünülen unlara eklenmektedir. Unun dayanıklılığı, hamurun karışmaya olan toleransı ve ekmek hacmi gibi özellikleri geliştirmek için %2-10 oranında una eklenir (19).

Süt ürünleri arasında; yağsız süt, yayık altı, peynir altı suyu ve kazein sayılabilir. Ekmek içinin yumuşak olmasını sağlar (7).

Şeker, mayayı beslemek amacıyla eklenmektedir (10). Aynı zamanda maya için fermente edilebilir karbonhidrat kaynağıdır (11).

Bunlarla beraber Türk Gıda Kodeksi'nde tanımlanan ekmeğe, tahıl ürünleri ve isteğe bağlı olarak çeşni maddeleri eklendiğinde ekmek çeşitleri elde edilmiş olur. Çeşni maddelerine örnek olarak; sert kabuklu meyve, kurutulmuş meyve, yağlı tohum, bal, pekmez, tahin, peynir altı suyu tozu, baharat, kavrulmuş malt unu, çikolata, yumurta, patates gibi diğer ürünler verilebilir. Bunun yanı sıra mevzuatta diğer ekmek çeşitleri altında bir tanım daha bulunmaktadır. Bu ekmek de bir veya birden fazla tahılın unu, ezmesi, tanesi, kırması, irmiği, soya unu, baklagil unları, kepek, bitkisel yağ, süt ve/veya süt ürünleri, bitkisel lif veya diğer çeşni maddelerinin eklenmesi ile üretilmektedir (14).

4.2.3 Ekmek Üretim Teknolojileri

Ekmeğin üretim aşamaları esas olarak yoğurma, mayalama ve pişirme olmak üzere üç aşamadan oluşur. Yoğurma işlemi unun hamura dönüşmesini sağlar. Mayalama hamurun kabarmasını sağlar. Pişirme hamurun son halini kazanıp ekmek olmasını sağlar (28). İlk adımda un, su, tuz, maya ve uygun miktarda diğer malzemeler karıştırılır. Yoğurma esnasında hamurda gluten yapısı oluşur. Karıştırma boyunca hamurda hava kabarcıkları oluşur. Gluten yapısı gelişmeye devam eder. Bu da mayalanan hamurun genişleme kabiliyetini geliştirir. Hamur yapımının bu aşaması

olgunlaşma olarak isimlendirilir. Daha sonra hamurda özel koku bileşikleri oluşur. Devamında hamur parçalara ayrılır, şekillendirilir. Mayalanma süresince ekmekler fermantasyona uğrar ve genişler. Pişirilir. Pişirme sırasında da bir miktar genişleme olur ve ekmek burada son şeklini kazanır (29).

Dünyada fermantasyon aşamasının uygulanma şekline bağlı olarak farklı ekmek üretim yöntemleri mevcuttur. Bunlar şu şekilde sıralanabilir:

- Geleneksel ekmek yapım yöntemleri: Maya kullanılarak kütle “bulk” fermantasyonu
 - Direkt hamur yöntemi “straight dough”
 - İki aşamalı hamur yöntemi “sponge and dough”
- Kütle fermantasyonu yapılmayan yöntemler
 - Sürekli “continuous” ekmek yapım yöntemleri (hamur mekanik olarak geliştirilir)
 - İngiliz (Chorleywood) yöntemi (hamur hem kimyasal hem de mekanik olarak geliştirilir)
- Kimyasal hamur geliştirme (yükseltgen ve indirgen maddeler bereber kullanılarak hamur kimyasal yönden geliştirilir)

Ülkemizde genellikle direkt hamur yöntemi kullanılmaktadır (25). Yoğurma; malzeme ve çeşnilerin karıştırılması, hamur oluşumu ve hamur plastifikasyonu aşamalarından oluşur (7). Yoğurma işleminin amacı tüm malzemenin homojen bir şekilde karışmasını ve glutenin gerekli özellikleri kazanmasını sağlamaktır (25).

Yoğurma işlemi bittikten sonra hamur, kabarması için bırakılır. Bu sırada maya çoğalır ve şekerlerden karbondioksit gazı ile alkol üretir. Oluşan büyük gözeneklerin yok olması için tekrar yoğrulur (10).

Eğer hamur gereğinden az veya çok yoğrulursa gluten zayıf olur. Gluten oluşumunu etkileyen diğer faktörler; buğdayın protein miktarı, unun olgunlaşması ve randımanıdır (16). Hamur çok fazla yoğrulursa hamur daha nemli hale gelir ve gaz tutma kabiliyeti azalır. Yoğurma hızı arttıkça hamurun sıcaklığı artar. Bu yüzden sıcaklığı 22-30°C’de tutmak için soğutma yapılmalıdır (7).

Hamur yoğrulduktan sonra 35°C ve %85 nisbi rutubet şartlarında fermantasyona bırakılır (25). İlk fermantasyonda hacim 4-5 katına çıkar. Bu aşamada hamur bölünür, kesilir ve yeniden mayalanmaya bırakılır. Kesilen hamurların karbondioksiti tutabilmeleri için dış yüzeylerinin düzgün olması gerekir. Bu yüzden yuvarlanır, çevrilirler. Daha sonra 10-15 dk. dinlendirilirler. Bundan sonra hamurlara şekil verilir ve hamurun en fazla hacme ulaşması için son fermantasyona bırakılır (25). Bu aşamada hacim 5-7 kat artar. Fermantasyon süreleri un çeşidine, ilave edilen çeşnilere, maya miktarına ve fırın sıcaklığına bağlı olarak çeşitlilik gösterir. Zayıf glutenli unların fermantasyonu daha hızlı olmaktadır (7).

Son fermantasyon aşamasından sonra hamurlar pişirilir. Fırındaki pişme sıcaklığı ve süresi fırının tipine, hamurun ağırlığına, ekme çeşidine bağlı olarak değişmektedir. Genellikle 225-300°C ve 20-60 dk. arasında olmaktadır (25).

Hamur fırına girdiği zaman ilk birkaç dakika içinde gazların genişlemesinden ötürü hamur hacminde artış gözlenir (25). Hamurdaki etil alkol, CO₂ ve suyun bir kısmı uçar. Ekmek hafifleyerek yapısı gevşek ve gözenekli bir hale gelir (28).

Ekmek dış yüzeyinde sıcaklık 130°C’ye geldiğinde şeker ve proteinler Maillard tepkimesini gerçekleştirerek ekme kabuğunun rengini kahverengine döndürürler. Maillard tepkimeleri ekme aromasının oluşumunda esas etkindir. Kabuktaki aromatik bileşikler iç kısma nüfuz eder (25).

Ekmek yapımında iki önemli etmen; gluten kompleksi ve gaz oluşumudur. Elastik özelliğinden dolayı mayanın aktivitesi sonucu açığa çıkan karbondioksit gazı gluteni genişletir ve gazı hamurda tutar. Böylece hamur kabarmış olur. Kabaran hamur yüksek sıcaklıktaki fırına konulduğu zaman, içindeki gaz genişleyerek hamurun daha fazla kabarmasını ve hamurun iç kısmının da pişmesini sağlar. Mayalanma sonucu meydana gelen etil alkol buharlaşır. Sıcaklık çok yüksek olursa ekmek iyi kabarmaz. Eğer düşük olursa kabuk kısmı çok kalın olur. En uygun sıcaklık aralığı 220-250°C'dir (16).

4.2.4 Ekmeğin Saklanma Koşulları

Fırından çıkmış ekmek oda sıcaklığında bir gün beklediği zaman gevrekliğini kaybeder. İç kısımlar sertleşir ve kurur. Bunun sebebinin su molekülleri ile nişasta arasındaki hidrojen bağlarının yok olması vasıtasıyla olduğu sanılmaktadır. Nişasta, soğukta daha hızlı sertleşir ve ekmek daha hızlı bayatlar. Plastik torba içerisinde saklanırsa dış yüzeyin kuruması engellenir. Isı ve nem derecesi yüksek yerde saklanırsa küflenme olabilir. Dondurulursa tazeliğini devam ettirir. Kuru ekmek, kapalı tencerede çok hafif ateşte tutulursa tazelenir. Pirinç, bulgur, nişasta, un gibi tahılların nem oranı en fazla %70 ve sıcaklığı en fazla 20°C olan serin, karanlık ve kapalı kutu gibi ortamlarda saklanması önerilmektedir. Eğer ekmek plastik torba içinde saklanırsa dış yüzeyinin kuruması önlenir, dondurulursa tazeliğini sürdürür (16).

4.2.5 Ekmek Çeşitleri

Ülkemizde ekmek, yufka ve bazlama adında üç çeşit unlu mamul tüketilmektedir. Ekmek ve bazlama mayalandırılarak, yufka mayalandırılmadan yapılır (16). Türk Gıda Kodeksi ekmek tanımı altına, kurutulmuş ekmekleri, dondurulmuş hamur teknolojisi ile üretilmiş ekmekleri, yufka bazlama, pide, simit ve benzerlerini dâhil edilmemiştir. Ekmek yapımı için gereken ana bileşenlere ilave olarak tahıl ürünleri, çeşni maddeleri, tahıl unu ve ürünleri, bitkisel lif, süt ve süt ürünleri, kepek, bitkisel yağ gibi

maddelerden bazılarının eklenmesi ile farklı ekmek çeşitleri elde edilebilmektedir. Ekmek çeşitleri arasında çavdarlı ekmek, karışık tahıllı ekmek, kepekli ekmek, mısırlı ekmek, tam buğday ekmeği, tam buğday unlu ekmek, yulaflı ekmek ve ekşi hamur ekmekleri sayılabilir (14).

Tam buğday ekmeği, tam buğday unundan üretilmektedir. Tam buğday unlu ekmek ise buğday ununa en az %60 oranında tam buğday unu ilave edilmesiyle elde edilmektedir. Çavdarlı ekmek, buğday ununa en az %30 oranında çavdar unu, kırması, kırığı, ezmesi veya bunların karışımı ilave edilerek elde edilmektedir. Ekşi hamur ekmekleri, ekmeğin esas bileşenlerine ekşi veya ekşi hamur katılarak elde edilmektedir. Kepekli ekmek buğday ununa en az %10 en fazla %30 oranında kepek ilavesiyle elde edilmektedir. Karışık tahıllı ekmek, buğday unu, tam buğday unu, mısır, arpa, yulaf, çavdar, pirinç, darı, tritikale unlarının ve ürünlerinin belli oranlarda karıştırılması suretiyle üretilmektedir. Yulaflı ekmek üretmek içinse buğday ununa en az %15 oranında yulaf unu ve ürünleri ilave edilmektedir (14).

Pişirme tarzına göre ise ekmekler ev ekmeği ve fırın ekmeği olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ev ekmeği hamuru el veya ayak ile yoğrulur. Saçta, tandırda veya ilkel fırınlarda pişirilir. Saçta pişirilen ekmek bazlama veya yufka adını alır. Tandırda pişirilen en yaygın ekmek pidedir. Fırın ekmeği ise şehir ve kasabalarda, odun fırınlarında ve ekmek fabrikalarında yapılan ekmektir. En sık rastlanan şekli altı düz, üstü bombeli olan somun ekmektir (28).

4.2.6 Ekmeğin Besin Değeri

Ekmek dâhil tam tahıllardan yapılan yiyecekler sağlık konusunda önemli rollere sahiptir. Tahıl tanesinin tüm kısımlarını içeren tam tahıllar besin öğeleri ve diyet lifi, antioksidanlar, fitoöstrojenler gibi fitokimyasallardan, vitamin ve minerallerden zengindir. Tam tahıllar, diyet lifinin yanı sıra içerdikleri yüksek düzeyde elzem yağ

asitleri, B grubu vitaminler, E vitamini, demir, potasyum, magnezyum, çinko, selenyum ve diğer biyoaktif bileşenlerinden dolayı faydalıdır (18, 30).

Ekmekte bulunan suda çözünebilen lifler kısmi olarak hidrolize olur ve bağırsak mikrobiyotası tarafından kullanılır. Kolon bakteri kütesini çoğaltır. Asetik, propiyonik, butirik asit gibi uçucu yağ asitlerinin sentezini artırır. Bu yağ asitleri kalın bağırsak hücreleri tarafından enerji kaynağı olarak kullanılır (30). Kabuk ve rüşeym kısmı ayrılmamış tahıllardan yapılan yiyecekler vitamin, mineral ve lif yönünden zengindir. Liften zengin besinlerin tüketimi bağırsakların düzgün çalışmasına yardımcı olur (31). İçerdikleri suda çözünmeyen lifler fekal ağırlığı, büyüklüğü ve yumuşaklığı artırır. Defekasyon sıklığını artırır. İntestinal geçiş hızını azaltır. Bu tür etkileri de muhtemelen kolon kanseri ve diğer bağırsak hastalıklarını önlemede rol oynamaktadır. Yulaf ve arpa gibi tahıllarda bulunan suda çözünen lifler glukoz emilimini yavaşlatır, plazma kolesterol konsantrasyonunu azaltır, diyabet ve kalp hastalıklarının kontrolünde faydalıdır (32).

Tam tahıllar içerdikleri lif sayesinde çiğneme sayısını artırarak doymayı destekleyebilmektedir. Rafine tahıllara göre daha az enerji yoğunluğuna sahiptir. İçerdiği lifler gastrik boşalmayı geciktirerek post prandiyal glisemik yanıtı azaltmaktadır. Bağırsak mikrobiyotasının ürettiği kısa zincirli yağ asitleri hepatik ve periferik glukoz ve lipit düzenleyerek ve iştah baskılayan bağırsak hormonlarını uyararak vücut ağırlığı ve bileşimine katkı sağlar. Bu yüzden yüksek düzeyde tam tahıl tüketimi daha düşük beden kütle indeksi ve obezitenin azalması ile ilişkilendirilmektedir (33).

Tahıllar ve tahıl ürünleri çoğunlukla karbonhidrat içerdiklerinden dolayı vücudun enerji kaynağıdır. İçerdikleri proteinin kalitesi düşük olsa bile, kurubaklagil, et, süt veya yumurta gibi besinlerle beraber tüketildiklerinde protein kalitesi artırılabilir. Tahıl tanelerinde bulunan yağ E vitamininden zengindir (31). Sinir ve sindirim sistemleri, deri sağlığı ve hastalıklara direnç oluşturmada önemli rollere sahiptir.

Önerilen toplam tahıl tüketiminin yarısı tam tahıl olmalıdır. Vücut ağırlığı kontrolünde liftten zengin besinlerin tüketimi önemlidir. Bu yüzden beyaz ekmeğe yerine tam tahıl ürünlerinin tüketilmesi önerilmektedir (31).

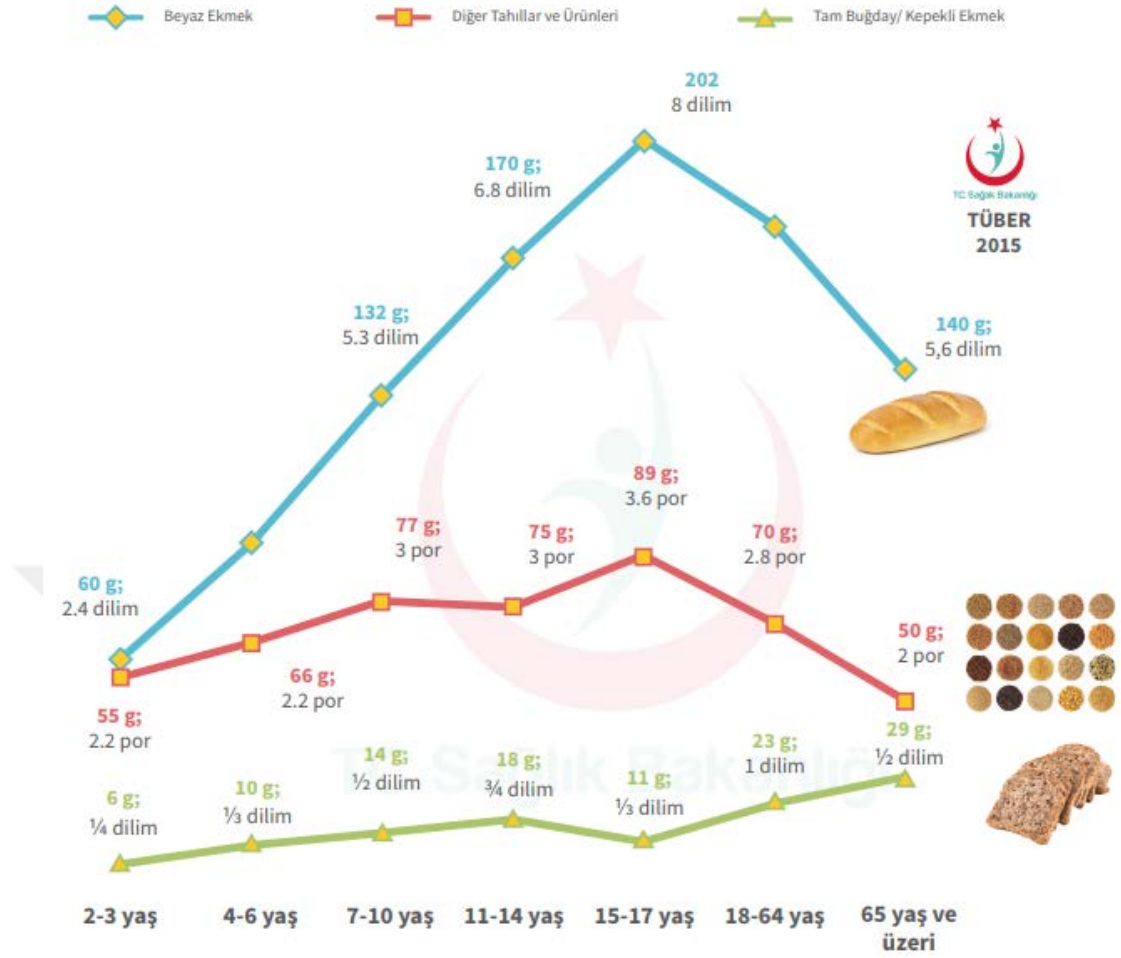
Tablo 4.4'te farklı ekmeğe çeşitlerinin bir porsiyonlarının enerji içeriği ve besin ögesi bileşimleri görülmektedir. İki ince dilime denk gelen 50 g ekmeğin enerjisi 100 ile 130 kkal arasında değişmektedir. İçerdiği protein miktarı ise yaklaşık 3,5-4 g, karbonhidrat 21-27 g, yağ 1 g'dır. Bir porsiyon tam buğday ekmeği beyaz ekmeğin yaklaşık 2 katı kadar kalsiyum, demir, çinko ve potasyum sağlamaktadır (31).

Tablo 4.4 Farklı ekmeğe çeşitlerinin bir porsiyonlarının (50 g) enerji ve besin ögesi içerikleri (34)

Enerji ve besin ögesi içeriği	Ekmeğe türü		
	Tam buğday ekmeği	Beyaz ekmeğe	Pide, lavaş, bazlama
Enerji (kkal)	106	128	118
Protein (g)	3.9	4	3.5
Karbonhidrat (g)	21	27	24
Lif (g)	3	2	2
Yağ (g)	1	0	1
Kalsiyum (mg)	15	9	8
Demir (mg)	1.3	0.7	0.6
Çinko (mg)	1	0.5	0.4
Potasyum (mg)	111	63	48
A vitamini (µg)	1	0	2
B1 vitamini (mg)	0.1	0.1	0
B2 vitamini (mg)	0.1	0.1	0
Niasin eşd. (mg)	2.4	1.1	1
B6 vitamini (mg)	0.1	0	0.1
Toplam folik asit (µg)	17	24	9

4.2.7 Ekmeğin Günlük Tüketimi

Türkiye Beslenme Rehberi 2015 (TÜBER-2015) verilerine göre yaş ve cinsiyete göre ekmeğe tüketim miktarları Şekil 4.2'de görülmektedir.



Şekil 4.2 Türkiye'de tahıl grubu besinlerin ortalama tüketim miktarları (34)

Beyaz ekmek tüketimi incelenecek olursa 15-17 yaş aralığına kadar 60 g'dan 202 g'a çıktığı bu yaş aralığından sonra azaldığı görülmektedir. Tam buğday/kepekli ekmek tüketimi ise her yaş grubunda beyaz ekmek tüketiminden az olmuştur (Şekil 4.2).

İspanya'da 2012 yılı verilerine göre bir kişinin (20-40 yaş) günlük tahıl ve tahıl ürünleri tüketimi 218 gr'dır. Bu gruptaki en önemli besin ekmek olmuştur. İspanyolların toplam enerji alımlarını %24,6'sını tahıllar oluşturmaktadır (34).

Almanya’da 2015 yılı verilerine (14-80 yaş) göre kadın bireyler günde ortalama 136 g, erkek bireyler 184 g ekmek tüketmektedir. Tahıl ve tahıl ürünlerini ise kadınlar günde ortalama 69 g, erkekler 80 g tüketmektedir (35).

İngiltere’nin Ulusal Diyet ve Beslenme Araştırması 2008/2009-2010/2011 yılları arasında toplanan verilere göre 19-64 yaş arası kadın bireyler 42 ± 43 g beyaz, 15 ± 26 g tam buğday ekmeği tüketmektedir. Erkek bireyler ise 63 ± 55 g beyaz ekmek, 21 ± 42 g tam buğday ekmeği tüketmektedir (8).

TÜBER-2015’e göre 1 porsiyon ekmek 50 gram veya 2 ince dilim ekmeğe denktir. Türkiye’de 18-49 yaş arası kadın bireylere bir günde $3\frac{1}{2}$ - 4 porsiyon ekmek ve tahıl grubundan besin tüketilmesi önerilmektedir. Sadece ekmek tüketileceği varsayılırsa bu önerilen miktar 175-200 g ekmeğe eşittir. Erkekler (18-49 yaş) ise 5 porsiyon önerilmekte, bu da 250 g ekmeğe eşittir. (Tablo 4.5) (31).

Tablo 4.5 Ekmek ve tahıl grubundan yaş gruplarına göre bir günde tüketilmesi önerilen porsiyon miktarları (34)

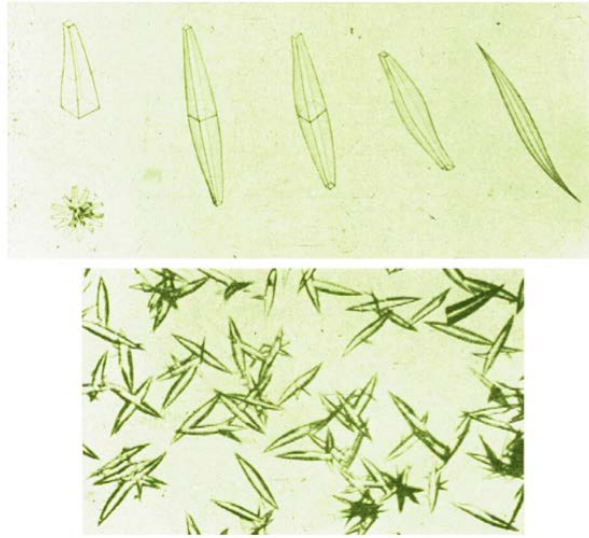
Yaş grubu	Cinsiyet	
	Kadın	Erkek
2-3	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$
4-6	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$ - 3
7-10	3 - $3\frac{1}{2}$	3 - 4
11-14	4 - $4\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$ - 5
15-17	4 - 5	7 - 8
18-49	$3\frac{1}{2}$ - 4	5
50-70	$3\frac{1}{2}$	4 - $4\frac{1}{2}$
70 yaş ve üstü	3	4

Türkiye Beslenme Rehberi’ne göre yaş aralıklarına göre bireylerin beyaz ekmek, tam buğday/kepekli ekmek, diğer tahıllar ve ürünleri tüketim miktarları porsiyon cinsinden toplandığında 2-3 yaş arası, 7-10 yaş arası, 11-14 yaş arası çocukların, önerilenden daha fazla ekmek ve tahıl grubundan besin tükettiği görülmektedir. 15-17 yaş arası adolesanlar 7,82 porsiyon tüketmektedir. Bu miktar kızlar önerilenin üzerinde iken erkekler için önerilen miktar aralığındadır. 65 yaş üstü bireyler 5,38

porsiyon ekmek ve tahıl ürünleri tüketmektedir. Tahıl tüketim önerileri 50-70 ve 70 yaş üstü yaş aralıkları için yapılmıştır. Bu yaş aralıklarının her ikisi ile karşılaştırıldığında da tüketilen miktar önerilen miktarın üzerindedir (31).

4.3 Poliaminler

Poliaminlerin tarihi nükleik asitlerden 200 yıl daha eskidir. Antonie van Leeuwenhoek 1678 yılında, insan semeninde kristalimsi maddeler tespit etmiştir (Şekil 4.3). Vauquelin 1791 yılında bu kristallerin, bilinmeyen yeni bir bileşiğin fosfat türevleri olduğunu bildirmiştir (36). A. Ladenburg ve J. Abel tarafından bu bileşiğe spermin ismi verilmiştir (37).



Şekil 4.3 Spermin fosfat kristalleri (37)

Üstteki kısımda Leeuwenhoek'in 1678'de gözlemlediği, alttaki kısımda Poehl'in 1898'de gözlemlediği spermin fosfat kristalleri görülmektedir (Şekil 4.3) (36).

Poliaminler, geleneksel olarak biyojenik amin sınıfında yer almasına karşın 1990'lerden beri ökaryotik hücrelerdeki spesifik rolleri ve farklı formasyonlarından dolayı, farklı bir sınıf olarak biyojenik aminlerden ayrılmıştır (3). Poliaminler, ökaryot ve prokaryot tüm canlılarda bulunan bazik yapıdaki bileşiklerdir. Putresin (diamin), spermidin (triamin), spermin (tetramin) doğada yaygın olarak bulunan poliaminlerdir (38). Poliaminler; ornitin amino asidinin dekarboksilasyonundan türevlenirler (39). Doğada türlere bağlı olarak şekillenirler. Mesela memeliler spermin, spermidin ve bu ikisinin öncülü olan putresini üretebilmektedir (40).

Bakterilerden memelilere kadar birçok canlıda bulunur. Vücudumuzda da her zaman ve her yerde bulunur. DNA stabilizasyonu, gen ekspresyonunun regülasyonu, iyon kanalları işlevi, hücre gelişimi ve proliferasyonu gibi işlevlerde yer alır. Bağışıklık sistemi ve sindirim yolundaki gibi hızlı çoğalan hücrelerde elzem bir role sahiptir. Hücre proliferasyonundaki rolünden dolayı karsinogenezde de yer almaktadır. Bu yüzden kanser tedavilerinde poliamin metabolizması, araştırmaların odak noktası olmaktadır. Daha da yeni olarak arjininin dekarboksile türevi olan agmatin, memelilerde bir nörotransmitter olarak tanımlanmıştır. Bu yüzden özellikle beyin hasarı durumunda bir nöroprotektör olarak merkezi sinir sistemi üzerine etkileri araştırılmaktadır (3, 39).

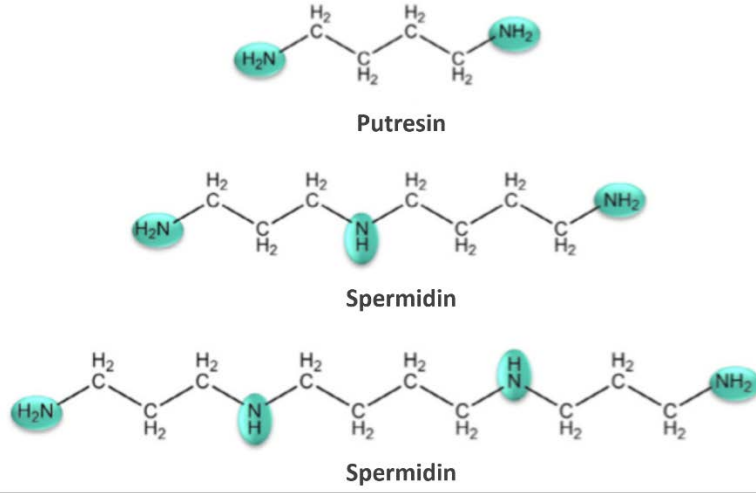
Poliaminler; hücre döngüsü, sinir sistemi, pulmoner ve immün sistem işlevlerinde, embriyonik gelişme ve kanserde yer alır (41). Yaşlanma, hafıza performansı, nörodejeneratif hastalıklar, metabolik bozukluklar ile ilişkilidir (42). Aynı zamanda spermatogenez, oogenez, embriyogenez, implantasyon, plasenta oluşumu, doğum, laktasyon ve post-natal gelişimde önemli rollere sahiptir (43). Hücrenin makromoleküllerinin yapısı, gen ekspresyonu, protein işlevleri nükleik asit ve protein sentezi, iyon kanallarının düzenlenmesi ve oksidatif hasardan korunma üzerine etkileri mevcuttur (40).

Vücut poliamin havuzunun; diyet, endojen biyosentez ve bağırsakta mikrobiyal sentez ile bağırsak lümenine düşen epitel hücre bileşenleri olmak üzere üç kaynağı bulunmaktadır. Memeli hücresinde sadece putresin, spermidin ve spermin sentezlenebilir. Diyet, endojen biyosentezden daha fazla poliamin sağlar (3, 38). Örneğin endojen biyosentez yolu ile en çok aktif olan organda dokunun her bir gramı başına saatte yaklaşık 1-2 nmol putresin üretilir (44).

Yaşayan sistemlerde poliamin miktarı milimol düzeyindedir. Poliaminler, fizyolojik pH'da pozitif yüklendiklerinden dolayı DNA ve RNA gibi polianyonik moleküllere güçlü etkileşimler ile bağlanırlar (45). Nükleik asit, protein ve fosfolipitlere de kovalent olmayan etkileşimlerle bağlı olduğundan dolayı serbest poliamin miktarları düşük seviyededir (37). Hücredeki en önemli depolanma yeri sitozol ve çekirdektir (45). Bununla beraber seviyesi poliamin çeşidine, doku çeşidine ve en önemlisi organizmanın yaşına bağlı olarak değişmektedir. En yüksek poliamin konsantrasyonu (2 mM Spermidin, 4 mM Spermin) pankreasta tespit edilmiştir. Bununla beraber akciğer, karaciğer, böbrek, dalak ve semende de spermin ve spermidin seviyelerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Spermidin ve analogları aynı zamanda merkezî sinir sisteminde yüksek düzeydedir. Beyinde spermidin ve spermin düzeylerinde alışılmadık bir artış, organizmanın yaşının artması ile ilişkilidir. Deride de değişen konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Kan dokularında ve idrarda biyojenik amin konstantrasyonunun artması bir hastalık belirtisidir. Spermidin ve metabolik yıkım ürünleri, hücre zarı işlevinin bozulmasının patogenezinde elzem bir role sahiptir (37). Poliaminler türlerine göre farklı etkilere sahip olabilmektedir (39).

4.3.1 Yapıları

Poliaminler iki veya daha fazla amino grubu ($-NH_2$) içeren alifatik bileşiklerdir. İnsan vücudunda 20'den fazla poliamin çeşidi bulunur. Hayvan ve bitkilerdeki yaşamsal süreçlerdeki rolleri elzemdir. Yaşayan sistemlerde biyojenik olarak bilinen başlıca doğal aminler putresin, spermidin ve spermindir (Şekil 4.4) (37).



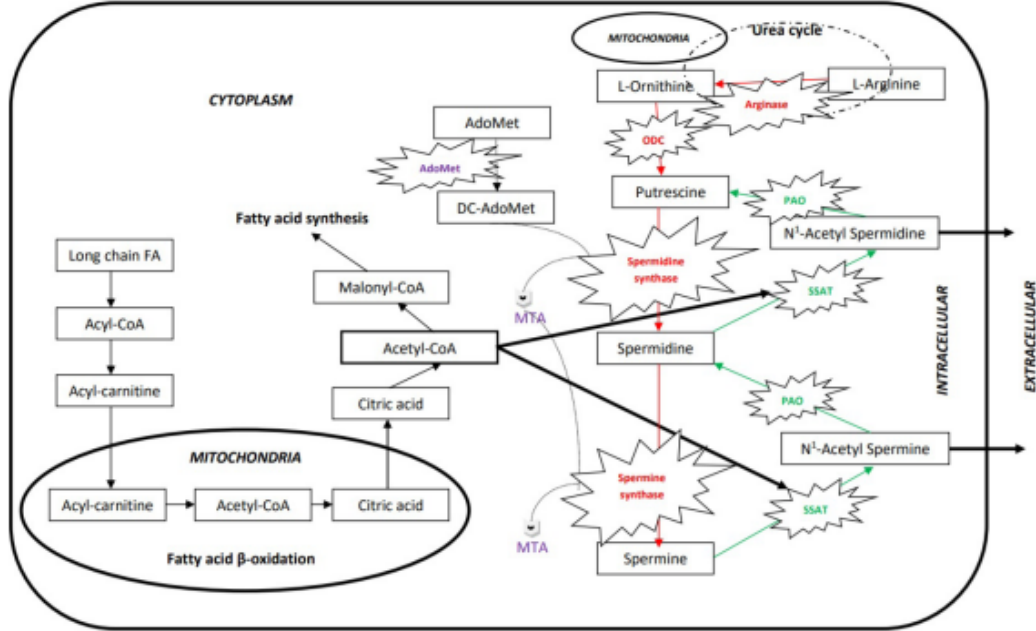
Şekil 4.4 Poliaminlerin yapısal formülleri (39)

4.3.2 Poliamin Metabolizması

Memeli hücrelerinde poliamin homeostazı; sentez, degradasyon ve membran transportunu etkileyen düzenleyici mekanizmalar ile sağlanır. Hücredeki poliamin düşüşü aniden ekzojen poliamin alımını uyarır. Aşırı poliamin bulunması durumunda da poliamin taşıyıcıları uyarılır. Poliamin homeostazı hücrenin hayatta kalabilmesi için elzemdir. Kanser ve nörodejeneratif hastalıklar gibi durumlarda homeostaz bozulmaktadır (3, 46).

Biyosentezde; arjinin, ornitin ve metiyonin olmak üzere üç aminoasit kullanılır. Sentezin ilk basamağında arjininden ornitin üretilir. Tepkimeyi mitokondriyal arjinaz enzimi katalize eder. Daha sonra ornitin, dekarboksile olarak putresine dönüşür. Bu tepkimeyi katalizleyen enzim ornitin dekarboksilazdır (ODK). Putresin meydana geldiği esnada metiyonin, S-adenozilmetiyonine (SAM) dönüştürülür. Daha sonra S-adenozilmetiyonin dekarboksilaz (SAMDK) enzimi sayesinde dekarboksile olur. Dekarboksile SAM; putresinden spermidin, spermidinden spermin sentezi için aminopropil grubu verir. Spermidin ve spermin putresine geri çevrilebilir. Spermidin sentaz putresine bir aminopropil grubu ekleyerek spermidin meydana getirir. Spermin

sentaz da spermidine başka bir aminopropil grubu eklemek suretiyle spermini meydana getirir (Şekil 4.5) (3, 39, 47).



Şekil 4.5 Poliamin metabolizması (48)

Poliamin katabolizmasında Spermidin/Spermin asetiltransferaz (SSAT) tarafından asetillenme gerçekleşirken, asetillenmiş türevler poliamin oksidaz tarafından yükseltgenir (39). Böylece geri dönüşüm reaksiyonu iki adımda gerçekleşmiş olur. Bunun amacının, intraselüler poliamin konsantrasyonu arttığı zaman hücreden atım için asetillenmiş poliamin türevi üretmek olduğu düşünülmektedir. Hücreden atılan başlıca poliamin formları N¹-asetilspermidin ve putresindir (Şekil 4.5) (1). Putresin diamin oksidaz tarafından yıkılır. Spermin, spermin oksidaz tarafından doğrudan yükseltgenebilir. Buradan SSAT ve poliamin oksidaz enzimlerinin poliamin miktarını azaltmak için, spermin oksidazın ise poliaminleri dönüştürmek için kullanıldığı sonucu çıkartılabilir (1, 39).

Poliamin metabolizmasında ODK, SAMDK ve SSAT olmak üzere üç önemli enzim bulunur. Bunların yarı ömürleri kısadır (< 1 sa.). Hücredeki miktarları yapım ve yıkım yolu ile sıkı bir şekilde kontrol altında tutulur. Bunun yanında transport sistemleri ile de kontrol edilir. ODK'nın dönüşüm hızı yüksektir. Yıkımı sıkı bir şekilde kontrol edilir. ODK transkripsiyonu hormonlar, büyüme faktörleri ve tümör promoterları gibi birçok uyaran tarafından düzenlenir. SSAT, poliamin katabolizmasında anahtar enzimdir. Hücre poliamin homeostazının sağlanmasında yeri önemlidir. Aktivitesini kortikosteroid, estradiol, büyüme hormonu, katekolaminler ve kalsitriyol gibi hormonlar düzenlemektedir (39).

Non-tümörojenik hücrelerde kronik olarak poliamin katabolizmasının yüksek düzeylerde olması hastalıkla sonuçlanabilir. Mikrobiyal patojenler, yangısal sinyaller, doku hasarı gibi çeşitli uyaranların poliamin katabolik enzimlerini uyarmaktadır. Poliaminlerin geri çevrilmesine ilaveten bu reaksiyonlar reaktif oksijen türlerini salar. Bu bileşikler de toksik aldehit ve hidrojen peroksitin öncül maddeleridir (49).

Hücredeki poliamin seviyesi sentez yolunun yanında transport yolu ile de kontrol edilmektedir (39). Poliaminler şu anda tam olarak tespit edilememiş zar taşıyıcılar sayesinde hücreye giriş ve çıkış sağlar (1, 37). Poliamin girişi plazma membran potansiyeli ile Ca^{+2} ve Mg^{+2} gibi iki değerlikli katyonların varlığına bağlıdır. Bunun yanı sıra poliamin transportunu pH ve osmolalite de etkilemektedir (39).

Poliamin sentezi ODK ekspresyonu ve aktivitesi ile düzenlenir. ODK aktivitesi antizim (AZI) ve antizim inhibitörleri (AZIN) tarafından kontrol edilir. AZI, ODK'ye bağlanır ve ODK'yi indirger. AZIN ise ODK'nin indirgenmesini önler. AZI ile etkileşime girer, afinitesi ODK'den daha yüksektir ve bunun sonucu ODK indirgenmekten korunmuş olur. Bununla beraber poliaminler negatif geri besleme mekanizması ile kendi sentezlerini düzenleyebilirler. Bu mekanizma ile poliaminler ile ilişkili enzimlerin translasyonları azalır (43).

4.3.3 Fonksiyonları

Poliaminler fizyolojik pH'da suda çözünebilen polikatyonik moleküllerdir, hücrede genellikle DNA, RNA, fosfolipit ve aktin filamentleri ile mikrotübüller gibi diğer elektrik yüklü düz zincirli yapılar gibi polianyonik moleküllere bağlı olarak bulunurlar. Aralarındaki bu etkileşimler biyolojik işlevleri bakımından önem arz eder (37, 39, 50). Çünkü işlevleri elektrik yüklerine bağlıdır. Bağlanma enerjileri, elektrik yükleri ile doğru orantılı olarak azalır (spermin>spermidin>putresin). Biyolojik süreçlerin kontrolünde en aktif olan poliamin sperminken, en az aktif olan putresindir. Hücre fizyolojisine birçok açıdan dâhil olmaktadır (39, 45).

Hücresel İşlevler

Hücresel poliaminlerin %3-6'sı hücre zarındaki negatif yüklü fosfolipitlere bağlanır. Bu da, hücre zarını stabilize edici bir etkiye sahiptir. Hücre bölünmesi veya ekzositoz gibi durumlarda hücre zarının birleşmesine katkıda bulunur (39). Normal hücre gelişimi için elzem moleküllerdir (46, 51).

Kromatin kondenzasyonu, DNA yapısının devamlılığı, RNA'nın işlenmesi, translasyonu ve protein aktivasyonunda yer alır. DNA'yı iyonlaştırıcı radyasyon ve reaktif oksijen türlerinden korur. Ökaryotik başlama faktörü 5A'nın (eIF5A) post translasyonel modifikasyonunda kullanılır. eIF5A, RNA'nın taşınması ve işlenmesini düzenler. Translasyonun uzama fazında çok önemli bir proteindir. İyon kanallarının işlevinde, DNA replikasyonunda, apoptozda, transkripsiyon ve translasyon gibi süreçlerde yer alır (39, 50, 52).

Bu işlevlerinin yanında spermidin, ökaryotik başlama faktörü 5A'nın (eIF5A) post translasyonel modifikasyona uğramış şekli olan hipüsin sentezi için gereklidir (40). Hipüsin, ökaryotik hücre proliferasyonu için elzemdir. Hücrede bulunan spermidinin

çok küçük bir kısmı hipüsin sentezi için kullanılmasına rağmen, hücrede hipüsin miktarı kritik düzeyin altına düştüğü zaman büyüyemez ve hayatta kalamaz. eIF5A veya deoksihipüsin sentazın inaktive edilmesi, maya ve farelerde ölümcüldür (49, 50).

Hücrel poliamin miktarı; sentez, degradasyon, hücreye alım ve hücreden atım mekanizmaları tarafından düzenlenir. Katabolizmaları da SSAT tarafından düzenlenir. Poliaminlerin katabolizma ürünleri γ -aminobütirik asit, 3-asetomidopropanal, hidrojen peroksit ve amonyaktır. Hidrojen peroksit ve amonyak programlı hücre ölümünü ve bazı hücrelerde apoptozu tetiklediğinden dolayı önem taşımaktadır (41).

Mikrotübüllerin bir araya gelmesi sürecinde yer alır. Hücredeki poliamin miktarının azalması mikrotübül ağının bozulmasına sebep olur. Mikrotübül ağı stabilitesini de etkilemektedir. Hücreler arası bağlantıların oluşmasında önemli bir role sahiptir. Yara iyileşmesi süresince bitişik bağlantıların dağılmasını sağlar. Hücre döngüsünün devamlılığı ve proliferasyonu için gereklidir (39).

Poliaminlerin apoptozu desteklemesindeki bir mekanizmanın; poliamin oksidazın sebep olduğu, poliamin katabolizması boyunca hidrojen peroksit birikimi olduğu düşünülmektedir. Bu da oksidatif strese sebep olur. Bu bağlamda intestinal epitel hücre hattında ODK inhibitörü alfa diflorometilornitin ile poliamin miktarı azaltıldığında apoptozun yavaşladığı görülmüştür. Aynı koşullarda hücrede putresin birikimi sağlandığında apoptozun eski haline döndüğü görülmüştür (51). Bunun yanında poliaminler hücre türüne ve çevreden gelen sinyallere bağlı olarak apoptozu hem tetikleyebilmekte hem de engelleyebilmektedir (39).

Fetal gelişim

Poliaminler kadın ve erkek üreme sisteminde ve fetal gelişimde elzemdir. Poliamin yokluğu durumunda infertilite ortaya çıkmakta, embriyogenez durmaktadır. Poliamin ekspresyonu sperm hareketliliğini sağlar. Poliaminler, yumurta folikülü gelişiminde ve ovulasyonda yer alır. Aynı zamanda poliamin sentezi, steroid hormon üretimi için de gereklidir. Poliaminler embriyo implantasyonu, plasenta oluşumu ve işlevinde rol oynar. Gebelikte poliamin yoksunluğu intrauterin gelişim geriliği ile sonuçlanmıştır (43, 53). Yine intrauterin gelişim geriliği poliamin seviyelerindeki değişimler ile ilişkilendirilmiştir (54).

Sindirim sistemi

Beslenmeden gelen poliaminler yeni doğanların sindirim sisteminin büyümesi ve gelişmesinde önemli yer tutar. Ayrıca yetişkin sindirim sisteminin normal gelişimi ve genel özelliklerinin devamlılığı için elzemdir. Aynı zamanda intestinal epitel hücre apoptozunu da düzenlemektedir (55 - 59).

Özellikle spermin olmak üzere beslenmeden gelen poliaminler intestinal poliamin havuzuna ciddi derecede katkı sağlar. İnce ve kalın bağırsak mukoza gelişimi, olgunlaşması ve rejenerasyonu için elzemdir (3).

Bağırsak bakterileri, pul pul dökülen bağırsak hücreleri, safra ve intestinal salgılardan dolayı sindirim sistemi, ciddi manada poliamin kaynağıdır. Açlık durumunda insan bağırsak lümeninde oldukça fazla poliamin gözlenmiştir (55). Açlık sırasında bağırsak boşluğunda bulunan poliamin miktarının fazla olmasını endojen sekresyon göstergesi olarak ileri sürenler de mevcuttur. Beslenmeden gelen

poliaminlerin tamamı ince bağırsakta emilir. Bağırsak mukozası üzerine etkisi olan poliaminler diyetten ziyade çoğunlukla mikrobiyal kaynaklıdır (3).

Diyetle alınan poliaminlerin bağırsakta bulunan birçok enzimin spesifik aktivitesi üzerine olan etkileri çeşitli yeni doğan hayvan modellerinde çalışılmıştır (60). Bu bağlamda yeni doğan domuz yavrularına spermin uygulamasının, günlük beslenme miktarını ve kazandığı ağırlık miktarını geliştirdiği, spermin dozu arttıkça jejunum ve ileumdaki villus boylarının arttığı gözlemlenmiştir (61).

Farelerde poliamin ile takviye edilmiş formulanın mikrobiyal kolonizasyon yapısını etkilediği tespit edilmiştir. Bu yapı, anne sütü ile beslenen farelerin mikrobiyotasına benzer olmuştur (62).

Kanser

Kanser hücreleri de dâhil hızlı gelişen hücrelerde poliamin üretimi yüksek düzeydedir. Kanser hastalarının kan ve idrar poliamin konsantrasyonu çoğu kez artmış durumdadır (63, 64). Bu artmış poliamin seviyeleri de kötü bir prognoz ile ilişkilendirilmiştir. Bu nedenle kanser hücrelerinde; poliamin sentezinde yer alan enzimlerin ekspresyonu ve konsantrasyonu çevrede bulunan hücrelere kıyasla daha fazladır. Kanser hücrelerinin ürettiği poliaminler kan dolaşımına ve oradan böbreklere ulaşır. Böbreklerden de idrar ile atılır (65). İnsan idrarında ana atım ürünü asetillenmiş poliaminlerdir (64). Beyin kanseri hastaların serebrospinal sıvısında da poliamin seviyeleri yüksek bulunmaktadır (51).

Poliaminlerin ulaşılabilirliğinin artması kanser hücrelerinin istila etme ve metastaz yapma kabiliyetini artırırken bağışıklık hücrelerinin anti tümör işlevlerini zayıflatır

(65). Poliamin düzeyleri ile hastalığın etkinliği ve tümörün ciddiyeti arasında ilişki kurulmuştur (63, 66).

Poliaminler kanseri tetiklememekle beraber, tümör gelişimine hız kazandırır. Kanser dokularında poliamin sentezinden sorumlu enzimlerin aktivitesi arttığından dolayı biyosentez düzeyi yükselir. De novo senteze ilaveten hücreler; kanser dokuları, besin ve intestinal mikrobiyota gibi hücre dışı kaynaklardan poliamin sağlayabilmektedir. Poliamin kullanılabilirliğinin artması hücre gelişimini destekler (3).

De novo sentezin dışında poliamin kaynakları diyet ve mikrobiyota olduğu için kan poliamin seviyesini düşürmek sadece diyetle poliamin kısıtlaması ile mümkün olmamaktadır. Kısıtlama ile beraber mikrobiyotanın da poliamin üretimi engellendiği zaman kan poliamin seviyesi azalmaktadır. Bunların ışığında poliaminlerin sadece kanser dokuları tarafından üretilmediği, aynı zamanda intestinal lümenin de katkı sağladığı ve kanser hastalarının vücutlarındaki poliamin düzeylerini etkilediği anlaşılabilmektedir (65). Bu kapsamda kanser hastalarında kısmi intestinal dekontaminasyonu ve poliamin içermeyen formüllerin hayat kalitesi ve acı kontrolü üzerine yararlı olabileceği ileri sürülmektedir (67).

Hastalar tedavi edildikten sonra serum ve idrar poliamin konsantrasyonları normale döndüğünden ve tümörün nüksetmesi ve metastaz durumunda artmalarından dolayı poliaminler tedavi başarısını öngörmeye ve tümör oluşumunu belirlemede rol oynayabilir (64).

Poliamin biyosentezini inhibe edici ilaçlar kanserden koruyabilmekte ve aynı zamanda terapötik amaçlarla da kullanılabilir. Bununla beraber tümör hücreleri aynı zamanda hücre dışındaki poliaminleri alma kabiliyetine sahip olduğu için terapötik ajanların etkisini azaltabilmektedir. 1990'lardan itibaren ekzojen

poliaminlerin azaltılması yaklaşımı başlamıştır (55). Poliaminden kısıtlı diyet ve intestinal dekontaminasyonun hastaların hayat kalitesi ve acı kontrolü için faydalı olabileceği belirtilmiştir (68).

Diğer Hastalıklar Üzerine Etkileri

Yangı tepkimelerinin düzenlenmesi ve bağışıklık hücrelerinin farklılaşmasında yer alır. Pulmoner ve intestinal immünolojik yanıtlar üzerinde baskılayıcı etki gösterir. Çocuklarda ilk bir yıl yüksek seviyede poliamin alımının anlamlı bir şekilde besin alerjisinin önlenmesiyle ilişkili olduğu tespit edilmiştir (44).

Poliamin katabolizmasının son ürünleri olan hidrojen peroksit, akrolein, 3-aminopropanal, 3-asetamidopropanal ve 4-aminobütanal bazı nörodejeneratif hastalıkların gelişimi ve ilerlemesinde önemli rollere sahiptir. Poliaminler, yara iyileşmesinde gerekli olabilmektedir (55).

Poliaminler nöronal uyarımın kontrolüne katkı sağladıklarından dolayı poliaminden kısıtlı bir diyetin postoperatif ağrının önüne geçilmesinde veya tedavi edilmesinde yeni ve güvenli bir yöntem olabileceği belirtilmiştir (69). Yine poliaminden kısıtlı bir diyetin ağrı duyarlılığını gidermekte bir beslenme yöntemi olabileceği belirtilmektedir. Bu kapsamda insanlar için poliamin içermeyen nütrisyonel bir formula; artmış akut ağrının azaltılmasında, inatçı ve kronik ağrının yönetimini geliştirmede klasik analjeziklerle birlikte yeni bir terapötik yöntem sunmaktadır. Bu konuda klinik araştırmalar devam etmektedir (70).

Bunun yanı sıra poliaminlerin doza bağlı olarak öğrenme üzerine etkileri bulunmaktadır. Genellikle belli bir limite kadar doz arttıkça gelişme görülmektedir (71).

Beslenme yoluyla alınan yüksek düzeyde spermidinin kan basıncının azalması ve daha düşük kardiyovasküler hastalık sıklığı ile ilintili olduğu bildirilmiştir (72 - 74). Spermidinin aynı zamanda yaşam süresini uzattığı, strese dayanıklılığı arttırdığı, yaşlanmaya bağlı hastalıkları azalttığı belirtilmektedir (75).

4.3.4 Besinlerin Poliamin İçerikleri

Poliaminler hücrede serbest halde ve bitki fenolikleri, hücre zarı fosfolipitleri gibi başka moleküllere kovalent olarak bağlı halde bulunurlar (38).

Yetişkin bir bireyin diyeti farklı mikromol düzeylerinde poliamin sağlamaktadır. Besinlerin poliamin içerikleri gram başına birkaç nanomolden birkaç mikromole kadar değişmektedir. Mikrobiyal fermantasyondan dolayı özellikle peynir poliaminlerden zengindir. Farklı poliaminlerin dağılımı besinin türüne göre değişim göstermektedir. Kırmızı et sperminden zengin, bitkisel kaynaklı besinler çoğunlukla putresin ve spermidin içermektedir (51). Tüm besinlerin poliamin içeriklerine dair araştırmalar hala sürmekte olduğundan dolayı henüz bir poliamin veri bankası dünyada sınırlı sayıda ve ülkemizde henüz mevcut değildir. Ayrıca insanlar için poliamin alımının yüksek veya düşük düzeyleri araştırmalar devam ettiği için henüz belirlenmemiştir. Dolayısıyla yüksek dozda alımına bağlı olarak faydaları ve zararları hakkında net bir veri bulunmamaktadır.

Putresin içeriği uygun olmayan muhafaza ve işleme koşullarında esas olarak *Enterobacteriaceae* ve *Clostridium* alt türleri olmak üzere birçok bakteri grubunun yüksek düzeyde aktivitesi sebebiyle artmaktadır. Poliaminler ısıya ve asidik/alkali koşullara dayanıklı bileşiklerdir (3). Besinler suda pişirildiğinde poliaminlerin bir kısmı suya geçer (38).

Sindirim ve Emilimi

Poliaminler duodenum ve proksimal jejunumda pasif difüzyon ve özel taşıyıcılar vasıtasıyla emilir. Yemek yedikten iki saat sonra bağırsak lümenindeki poliamin miktarı açlıktaki seviyesine iner. Putresin, diamin oksidaz vasıtası ile γ -amino bütirik aside ve daha sonrasında CO₂'e indirgenir. Putresin aynı zamanda spermidin ve spermine de dönüştürülebilmektedir. Ama spermidin ve spermin bağırsaklarda emildikten sonra değişikliğe uğramaz, çoğunlukla karaciğer ve böbrekte indirgenir. Bağırsak epitel hücrelerince poliamin alımını epidermal büyüme faktörü, insülin ve insülin benzeri büyüme faktörü gibi çeşitli büyüme faktörleri artırmaktadır (39).

Poliaminler apikal taşıyıcılar vasıtası ile gastrointestinal epitel bariyeri boyunca ilerler. İnce ve kalın bağırsak hücrelerinde milimolar konsantrasyonlarda birikir. Bazolateral taşıyıcılar vasıtası ile intestinal epitelden diğer dokulara geçer (76).

Poliaminlerin Bitkisel Kaynakları

Sebzeler putresin ve spermidinden, meyveler putresinden zengindir. Bitkisel kaynaklı besinlerde genellikle spermin miktarı azdır. Portakal, portakal suyu, mandalina, greyfurt suyu, lahana turşusu, ketçap, dondurulmuş bezelye, fermente edilmiş soya ürünleri gibi bazı besinlerin ortalama putresin içeriği yüksektir. Genellikle 40 mg/kg seviyesinin üzerindedir. Kuru baklagiller, soya fasulyesi, armut, karnabahar ve brokolinin spermidin içerikleri genellikle 30 mg/kg'ın üzerindedir. Aynı besinler ve özellikle kuru baklagiller en yüksek spermin seviyelerine sahiptir (55). Mısır, bezelye ve patates putresin ve spermidinden zengindir. Bezelyede spermin miktarı diğer bitkisel kaynaklı besinlere göre daha fazladır (38). Çay yaprakları ve mantarın spermidinden zengindir (77). Japonya'da yetiştirilen mantarların yaygın türlerinde spermidin içeriği 100-200 mg/kg ile çok yüksek seviyede bulunmaktadır. Spermin seviyeleri büyük ölçüde düşüktür. Putresin seviyesi çoğunlukla 10 mg/kg'ın

altındadır. Filizlenme boyunca soyada tüm poliaminlerin miktarı artarken; brokoli, kırmızı turp ve yoncada sadece spermidin ve spermin miktarı artmaktadır (55).

Poliaminler arjinin ve ornitin amino asitlerinin bakteri faaliyetleri sonucu dekarboksile olması sonucu meydana gelirler, bundan dolayı lahanalar turşusu, bazı soslar ve peynir gibi fermente besinlerde yüksek yoğunlukta bulunmaktadır. Bitkilerin tuz veya osmotik strese maruz kalması poliamin sentezini artırır ve dolayısıyla poliamin miktarı artar (44).

Zoumas-Morse ve arkadaşlarının Amerika Birleşik Devleti'nde yürüttükleri araştırma sonucunda: taze ve dondurulmuş mısırın en yüksek seviyede putresin (560,000 nmol/porsiyon ve 902,880 nmol/porsiyon) ve spermidin (137,682 nmol/porsiyon ve 221,111 nmol/porsiyon); yeşil bezelye çorbasının en yüksek seviyede spermin (36,988 nmol/porsiyon) içerdiğini belirtmiştir. Buna göre günlük ortalama poliamin alımı 159,133 nmol/gün putresin; 54,697 nmol/gün spermidin; 35,698 nmol/gün spermin olarak tespit edilmiştir. Diyetle en fazla putresin sağlayan 44,441 nmol/gün ile portakal ve greyfurt suyu olmuştur. En fazla spermidin sağlayan 3,283 nmol/gün ile yeşil bezelye; en fazla spermin sağlayan 2,186 nmol/gün ile kıyım olmuştur (5).

Türkiye'de 1218 birey üzerinde yürütülen çalışmada 81 yiyeceğin poliamin içeriği değerlendirilerek günlük 93057 nmol putresin, 33122 nmol spermidin, 13685 nmol spermin alındığı tespit edilmiştir. Bu çalışmaya katılan bireylerin diyetlerinin ise %47,32'sini süt ve süt ürünleri, %21,09'unun sebze ve tahıllar, %12,75'inin buğday ürünlerinden oluştuğu belirlenmiştir. En çok putresinin sırasıyla olgunlaşmış peynir, siyah çay, yeşil biber, domates ve salatalıktan; en çok spermidinin sırasıyla siyah çay, beyaz ekmekek, kavun, şeftali ve domates; en çok sperminin ise sırasıyla beyaz ekmekek, mercimek çorbası, pirinç, tavuk göğüs eti ve makarnadan alındığı tespit edilmiştir. Günlük putresin alımına en çok katkı sağlayan besin süt ve süt ürünleri, spermidin ve spermin alımına en çok katkı sağlayan besinin buğday ürünleri olmuştur (2).

Poliaminlerin Hayvansal Kaynakları

Hayvansal kaynaklı besinlerin putresin içeriği düşüktür. Et, et ürünleri ve balıkta putresin ve spermin miktarı çoğunlukla spermidinden daha yüksektir (38). Hayvansal kaynaklı besinlerin spermin içeriği spermidin içeriğinden genellikle daha fazladır (55). Peynirin özellikle olgunlaşmış olan çeşitlerinde poliamin miktarı en fazladır. Kırmızı et ve ürünleri, sperminden zengindir (4). Balık spermidin ve sperminden daha fazla putresin içerir. Tavuğun poliamin bileşimi kırmızı etinkine benzer. Süt ve süt ürünlerinin, peynir hariç olmak üzere, poliamin içeriği düşüktür (78). İnek sütü, yoğurt ve yumurtada bütün poliaminlerin miktarı azdır. İnek sütünde spermidin ve spermin içeriği ineğin cinsine, laktasyon fazına ve süt verimine bağlı olarak değişir. Kolostrumda en fazla miktarda bulunur. Laktik asit fermantasyonu ile miktarları artar. Peynirin olgunlaşma süresi arttıkça miktarları artar (38).

Çekya'da yapılmış bir araştırmada putresin; kırmızı et, domuz karaciğeri ve böbreğinde çok düşük seviyede; pişmiş bezelye, greyfurt ve taze yeşil biberde 55 mg/kg ile en yüksek seviyede tespit edilmiştir. Hayvansal yiyeceklerde spermin içeriği spermidinden daha fazla iken bitkisel yiyeceklerde bu durum tam tersidir. Kuru soya fasulyesi, pişmiş bezelye, sarı bezelye püresi ve fırında kızartılmış tavuk göğsünde ortalama spermidin içeriği 20 mg/kg'ın üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Fırında kızartılmış tavuk göğsü, pişmiş domuz böbreği, rosto domuz karaciğeri ve fırında kızartılmış domuz gerdanın spermin içeriğinin yine 20 mg/kg'ın üzerinde olduğu tespit edilmiştir (79).

4.3.5 Diyetle Alınan Poliaminler

Diyet bir bütün olarak değerlendirildiğinde spermidin ve spermine kıyasla daha çok putresin içerir. Kaynakları; patates, peynir, meyveler ve sebzelerdir. Spermidinin en iyi kaynağı ekmek ve tahıllar iken, günlük tüketiminin yarısını patates ve ürünleri

dâhil olmak üzere meyve ve sebzeler karşılamaktadır. Sperminin ana kaynağı kırmızı et, tavuk, balık, ekmek ve tahıllardır (78).

İngiltere’de yetişkin bir bireyin günde 350-500 μmol poliamin aldığı tespit edilmiştir. Bunun yaklaşık 220 μmol ’ü putresin, 100 μmol ’ü spermidin, 70 μmol ’ü spermindir (78).

Japonya’da yetişkin bir bireyin beslenme yoluyla günde 200 μmol poliamin aldığı; bunun %45’inin putresin, %37’sinin spermidin, %18’inin spermin olduğu tespit edilmiştir. Japonlar için ana putresin kaynaklarının sebze, baharat, meyve ve tahıllar olduğu; spermidin kaynağının ise sebze, bakliyat ürünleri ve tahıllar; spermin için ise kırmızı et olduğu belirtilmiştir (80).

Ülkemizde bireylerin günlük 93057 nmol putresin, 33122 nmol spermidin, 13685 nmol spermin ve toplam 139864 nmol poliamin aldığı tespit edilmiştir. Putresinin ana kaynaklarının süt ve süt ürünleri, sebze ve tahıllar, meyve, buğday ürünleri, siyah çay, et ürünleri ve yumurta olduğu; sperminin ana kaynaklarının buğday ürünleri, sebze ve tahıllar, siyah çay, meyve, süt ve süt ürünleri, et ürünleri ve yumurta olduğu; sperminin ana kaynaklarının buğday ürünleri, sebze ve tahıllar, süt ve süt ürünleri ve meyve olduğu tespit edilmiştir. Toplam poliamin açısından bakıldığında ana poliamin kaynakları süt ve süt ürünleri, sebze ve tahıllar, buğday ürünleri olarak tespit edilmiştir (2).

Wistar sıçanlarda vücut ağırlığı kg başına 2000 mg/kg putresin, 600 mg/kg spermidin, 600 mg/kg spermin aldıklarında akut toksisite gözlemlenmiştir. Yan etki gözlemlenmeyen seviye, vücut ağırlığının kilogramı başına 180 mg putresin, 83 mg spermidin, 19 mg spermin olarak belirlenmiştir (4).

5 GEREÇ VE YÖNTEM

5.1 Ekmek Örneklerinin Temin Edilmesi

Ekmekler İstanbul'un Üsküdar ilçesinde bulunan 10 fırından, beyaz, tam buğday ve çavdar ekmeği çeşitlerinden 10'ar tane olmak üzere temin edildi. Endüstriyel üretim ile üretilen ekmekler tek bir firmadan, her ekmek çeşidinden üçer tane olmak üzere firmanın satış noktasından temin edildi. Ekmekler sabah saatlerinde satın alındı ve sıcaklık ve nem değişikliğini minimum düzeyde tutmak adına birkaç saat içinde laboratuvara getirildi.

Çalışmanın deneysel aşaması T.C. İstanbul Medipol Üniversitesi Rejeneratif ve Restoratif Tıp Araştırmaları Merkezi laboratuvarında, 2017- Aralık ayında yapıldı. Laboratuvarın nem oranı %50-60, sıcaklığı 20-24°C olarak kaydedildi. Ekmekler temin edildiği gün ve laboratuvarında bekletildikten sonraki dördüncü gün analiz edildi. Pişirme sürecinde iç ve dış kısmında oluşan ürünler farklılık gösterdiğinde dolayı tüm ekmeklerin iç ve kabuk kısımları ayrı ayrı analiz edildi.

5.2 Örneklerin Analize Hazırlanması

Ekmeklerin orta noktası ölçülerek buradan 2 cm kalınlığında dilimler kesildi. İkinci bir dilim de yine aynı kalınlıkta kesilerek 4 gün sonraki analiz için laboratuvarında muhafaza edildi. Daha sonra iç ve kabuk kısımların birbirinden ayrıldı. İç ve kabuk kısımlarından 5,0'er gramlık numuneler hazırlanarak 50 mL'lik falkon tüplerde tartıldı. Üzerine 25 mL 1,5 M HClO₄ ilave edildi ve yaklaşık 5 dk. arıyla vorteks ile karıştırıldı. Ardından soğuk ultrasonik banyoda 5 dk. sonikasyon işlemi uygulandı. Homojen hale gelen ekmek numunesi çözeltisi 5000 g'de 4°C'de 10 dk. santrifüj işlemi gerçekleştirildi. Santrifüjden sonra oluşan süpernatant kısımdan 100 µL alınıp yeni bir 1,5 mL ependorf tüpüne aktarıldı. Üzerine 100 µL soğuk 1,5 M HClO₄ eklendi ve 25°C'de 30 sn. orta hızda karıştırıldı. Daha sonra üzerine 100 µL soğuk 2 M K₂CO₃ eklendi ve bu işlem yapılırken hızlı bir gaz oluşumu meydana geldiği için mümkün

olan en kısa sürede işlem gerçekleştirilip tüpün kapağı kapatıldı ve 10 sn. karıştırma yapıldı. Ardından tüpün kapağı açılarak vakum cihazı altında evapore edildi. Bu işlemden sonra tüplerin kapağı kapatılarak 30 sn. oda sıcaklığında karıştırıldı. Çıkacak ekstra gazı boşaltmak için tüpün kapağı açıldı ve birkaç saniye sonra kapatıldı. Tüp daha sonra 15000 g ve 4°C’de 10 dk. santrifüj edildi. Bu aşamadan sonra HPLC için numune hazırlığı basamağına geçildi.

Fırın üretimi ekmek analizinde, ilk analize on adet, ikinci analize beş adet; endüstriyel üretim ekmekleri analizinde ilk ve ikinci analize üçer ekmek dâhil edildi.

5.3 Çözeltilerin Hazırlanması

- Mobil faz A çözeltisi: (0,1 M sodyum asetat, pH 7,2): 27,3 g sodyum asetat (trihidrat) ve 96 µL 6 N HCl saf suda çözüldü. Üzerine 180 mL metanol ve 10 mL tetrahidrofur eklenir. Son hacim 2 L’ye tamamlandı.
- Mobil faz B çözeltisi: %100 HPLC saflıkta asetonitril.
- 6 N HCl çözeltisi: 50,9 mL saf suya 49,1 mL derişik HCl (%37) yavaşça eklendi ve karıştırıldı.
- 1,5 M HClO₄ (perklorik asit) çözeltisi: 32.2 mL %70 lik HClO₄ 250 mL’ye saf suyla tamamlandı.
- 2 M K₂CO₃ çözeltisi: 69,11 g K₂CO₃ 250 mL’ye saf suyla tamamlandı.
- %1,2 (w/v) benzoik asit çözeltisi: 8,4 g benzoik asit 525 mL saf suda çözüldü. Üzerine 175 mL doymuş K₂B₄O₇ (potasyum tetraborat tetrahidrat) eklendi.
- 40 mM Sodyum borat tampon (pH 9,5) çözeltisi: 30,51 g Na₂B₄O₇.10H₂O (sodyum tetraborat dekahidrat – boraks) saf suda çözüldü, 2 litreye tamamlandı.

5.4 Poliamin Standart Çözeltileri

Çözeltiler HPLC saflıkta suda hazırlandı. Plastik tüplerde saf su ile hazırlanan poliamin standartları -80°C 'de 6 ayı geçmeyecek şekilde saklandı.

- 20 mM putresin çözeltisi: 16,12 mg putresin.2HCl (MA 161,1 g/mol) 5 mL suda çözüldü. Hazırlanan çözeltiden 50 μL alındı ve 950 μL saf su ile karıştırılarak 1 mM putresin standart çözeltisi elde edildi.
- 20 mM spermidin çözeltisi: 25,5 mg spermidin.3HCl (MA 254,6 g/mol) 5 mL suda çözüldü. Hazırlanan çözeltiden 50 μL alındı ve 950 μL saf su ile karıştırılarak 1 mM spermidin standart çözeltisi elde edildi.
- 20 mM spermin çözeltisi: 34,9 mg spermidin.4HCl (MA 348,2 g/mol) 5 mL suda çözüldü. Hazırlanan çözeltiden 50 μL alındı ve 950 μL saf su ile karıştırılarak 1 mM spermin standart çözeltisi elde edildi.
- 100 nmol/mL standart karışımı çözeltisi: Hazırlanan üç standart çözeltiden 100 μL HPLC vialine alındı, üzerine 700 μL saf su eklendi.
- 10 nmol/mL standart karışımı çözeltisi: 100 nmol/mL standart karışımı çözeltilerinden 100 μL alınarak üzerine 900 μL saf su eklendi.

5.5 Örneklerin Analizi

HPLC analizi için viallere standart ve örnek çözeltileri hazırlandı. Standart çözelti örneği için 2 mL'lik plastik vialine 750 μL H_2O ve 50 μL 1,2% (w/v) benzoik asit konuldu. Üzerine 50 μL standart çözeltisi eklendi. Ekmek örneği için 2 mL'lik plastik viallerin içine sırasıyla 750 μL H_2O ve 50 μL 1,2% (w/v) benzoik asit konuldu. Üzerine 200 μL örnek eklendi. Vialler oda sıcaklığında 10 sn. karıştırıldı. Enjeksiyon için cihaza verildi. Enjeksiyon hacmi 10 μL , enjeksiyon süresi 30 dk. ve akış hızı 1,0 mL/dk. olarak ayarlandı. Her numunedan ikişer enjeksiyon verildi. İki sonucun ortalaması hesaplandı.

Örneklerin analizi Waters Alliance e2695 HPLC cihazı ve Waters 2475 FLR dedektörü kullanılarak gerçekleştirildi. Çalışma dalgaboyu 450 nm (emisyon) ve 340 nm (ekstraksiyon) olarak ayarlandı. Örnekler Waters WAT086344 ve Waters Nova-Pak C18 (150 mm; 3,9 mm; 4,0µm) analitik kolona uygulandı. Kolon sıcaklığı 25°C olarak tutuldu.

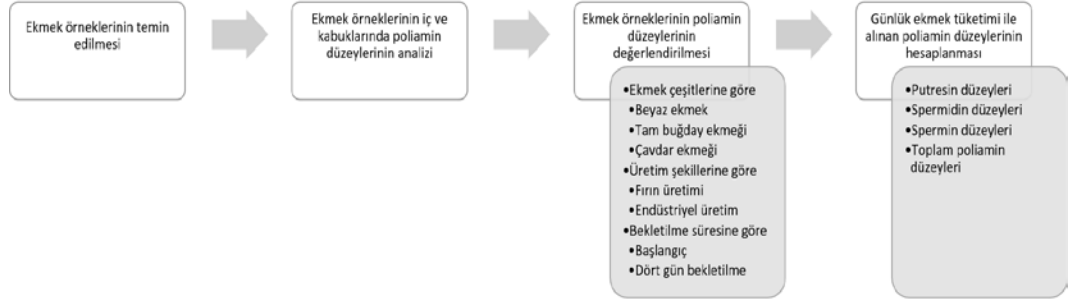
5.6 Ekmek Tüketimine Bağlı Olarak Günlük Poliamin Tüketiminin Belirlenmesi

Türkiye’de günlük ekmek tüketim değerleri Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması’nda her bir ekmek çeşidine özgü olarak verilmediğinden dolayı TÜBER-2015’ten g/gün olarak alındı. Beyaz ekmek tüketimi 4-6 yaş ve 18-64 yaş arası ekmek tüketim miktarları belirtilmediğinden dolayı TÜBER-2015’teki günlük ekmek ve tahıl tüketim önerileri de dikkate alınarak poliamin alım miktarı hesaplanmıştır. Ekmeğin içi ve kabuğu arasındaki oran üç fırından alınan üçer ekmeğin iç ve kabuk kısımları tartılarak hesaplandı. Bu kapsamda iç/kabuk oranı beyaz ekmek için 2,14; tam buğday ekmeği için 1,83; çavdar ekmeği için 1,41 olarak hesaplandı. Sonuç olarak 1 porsiyon (50 g) beyaz ekmek kabuğu 15,92 g; içi 34,08 g, tam buğday ekmek kabuğu 17,67 g, kabuğu 32,33 g, çavdar ekmek kabuğu 20,75 g, içi 29,25 g olarak hesaplandı. Bu tartımlardan yola çıkılarak 1 porsiyon (50 g) ekmeğin içerdiği poliamin miktarı elde edildi.

5.7 İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler için IBM SPSS version 22 (Statistical Package for Social Sciences) paket programı kullanıldı. Tanımlayıcı istatistikler, normal dağılıma uygunluk, grafiksel ve analitik yöntemler ile incelendi. Bağımlı örneklem t testi, tek yönlü Anova, Kruskal-Wallis analizleri kullanıldı. Sonuçlar %5 anlamlılık seviyesinde değerlendirildi.

Tüm analiz aşamaları şematik olarak aşağıda özetlenmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Ekmeklerin analiz aşamaları

6 BULGULAR

6.1 Farklı Ekmek Türlerinin İç ve Kabuklarında Poliamin Düzeylerinin Karşılaştırılması

6.1.1 Fırında Üretilen Ekmeklerin Poliamin Düzeyleri

Temin Edildiği Gün Analiz Edilen Ekmeklerin Poliamin Düzeyleri

Fırında üretilen beyaz ekmeklerin iç ve kabuk kısımlarındaki putresin (Put), spermidin (Spd), spermin (Spm), toplam (Top.) ve ortalama (ort) poliamin miktarları ve standart sapma değerleri Tablo 6.1’de gösterilmiştir.

Tablo 6.1 Fırın üretimi beyaz ekmek poliamin miktarları (nmol/g)

Örnek No.	Ekmek içi				Ekmek kabuğu			
	Put	Spd	Spm	Top.	Put	Spd	Spm	Top.
1	7,56	28,38	17,06	53,01	3,22	5,24	3,90	12,36
2	11,67	35,76	11,28	58,71	4,33	8,19	3,23	15,74
3	7,90	33,11	8,39	49,40	2,50	8,03	4,20	14,73
4	1,66	4,87	1,91	8,43	3,86	8,22	4,57	16,65
5	1,22	4,45	1,25	6,92	4,36	13,10	4,21	21,66
6	1,03	3,41	0,86	5,31	2,35	5,14	2,61	10,09
7	2,40	6,40	1,79	10,58	2,97	5,59	2,99	11,55
8	2,67	10,44	3,54	16,64	6,19	18,83	7,88	32,89
9	4,76	13,12	2,62	20,50	3,44	9,18	4,19	16,80
10	5,56	21,67	4,32	31,56	4,58	9,22	10,16	23,96
Ort	4,64	16,16	5,30	26,11	3,78	9,07	4,79	17,64
SS	3,53	12,54	5,32	20,64	1,15	4,17	2,37	6,87

Beyaz ekmeğin iç kısmındaki poliamin miktarları incelendiğinde en az putresin 6 no’lu örnekte (1,03 nmol/g), en çok putresin 2 no’lu örnekte (11,67 nmol/g) bulunmaktadır. En az spermidin 6 no’lu örnekte (3,41 nmol/g), en çok 2 no’lu örnekte bulunmaktadır (35,76 nmol/g). En az spermin 6 no’lu örnekte (0,86 nmol/g), en çok spermin 1 no’lu örnekte (17,06 nmol/g) bulunmaktadır.

Beyaz ekmek kabuk kısmında; en az putresin 6 no’lu örnekte (2,35 nmol/g), en fazla 8 no’lu örnekte (6,19 nmol/g) bulunmaktadır. En az spermidin 6 no’lu örnekte

(5,14 nmol/g), en fazla 8 no'lu örnekte bulunmaktadır. En az spermin 6 no'lu örnekte (2,61 nmol/g), en fazla 10 no'lu örnekte (10,16 nmol/g) bulunmaktadır.

Beyaz ekmek içinde ortalama $4,64 \pm 3,53$ nmol/g putresin varken, kabukta $3,78 \pm 1,15$ nmol/g putresin bulunmaktadır. İç kısımdaki spermidin miktarı $16,16 \pm 12,54$ nmol/g iken, kabukta $9,07 \pm 4,17$ nmol/g spermidin bulunmaktadır. İç kısımda $5,30 \pm 5,32$ nmol/g spermin, kabukta $4,79 \pm 2,37$ nmol/g spermin bulunmaktadır. Ekmek içinde toplam $26,11 \pm 20,64$ nmol/g, kabuk kısmında $17,64 \pm 6,87$ nmol/g poliamin bulunmaktadır.

Fırında üretilen tam buğday ekmeklerinde bulunan poliamin miktarları Tablo 6.2'de gösterilmiştir.

Tablo 6.2 Fırın üretimi tam buğday ekmeği poliamin miktarları (nmol/g)

Örnek No.	Ekmek içi				Ekmek kabuğu			
	Put	Spd	Spm	Top.	Put	Spd	Spm	Top.
1	87,95	82,26	83,42	253,63	10,20	24,38	16,65	51,22
2	50,30	62,68	12,29	125,27	14,94	12,51	5,18	32,64
3	17,69	32,27	13,51	63,47	4,23	6,53	3,49	14,25
4	15,93	30,47	7,69	54,09	3,94	6,28	3,58	13,79
5	17,40	42,38	15,30	75,08	7,41	10,95	5,36	23,72
6	11,28	35,64	13,64	60,55	4,04	7,71	3,18	14,93
7	16,85	39,95	8,64	65,44	5,57	16,10	6,49	28,16
8	13,26	52,90	24,73	90,88	4,31	12,86	5,99	23,16
9	13,68	28,96	12,44	55,07	12,67	16,77	3,72	33,17
10	17,25	55,44	12,57	85,27	7,85	24,77	12,00	44,63
Ort	26,16	46,29	20,42	92,88	7,52	13,89	6,56	27,97
SS	24,41	17,02	22,61	60,43	3,93	6,70	4,38	12,77

Tam buğday ekmek içi örnekleri incelenecek olursa en az putresin 6 no'lu örnekte (11,28 nmol/g), en çok putresin 1 no'lu örnekte (87,95 nmol/g); en az spermidin 9 no'lu örnekte (28,96 nmol/g), en çok spermidin 1 no'lu örnekte (82,26 nmol/g); en az spermin 4 no'lu örnekte (7,69 nmol/g), en çok 1 no'lu örnekte (83,42 nmol/g) bulunmaktadır.

Tam buğday ekmek içinde ortalama putresin miktarı $26,16 \pm 24,41$ nmol/g, spermidin miktarı $46,29 \pm 17,02$ nmol/g, spermin miktarı $20,42 \pm 22,61$ nmol/g'dır. İç kısımda bulunan toplam poliamin miktarı ortalama $92,87 \pm 60,43$ nmol/g'dır.

Tam buğday ekmek kabuğu örnekleri incelenecek olursa en az putresin 4 no'lu örnekte ($3,94$ nmol/g), en çok putresin 2 no'lu örnekte ($14,94$ nmol/g); en az spermidin 4 no'lu örnekte ($6,28$ nmol/g), en çok spermidin 10 no'lu örnekte ($24,77$ nmol/g); en az spermin 6 no'lu örnekte ($3,18$ nmol/g), en çok 1 no'lu örnekte ($16,65$ nmol/g) bulunmaktadır.

Tam buğday ekmek içinde ortalama $26,16 \pm 24,41$ nmol/g putresin varken, kabukta $7,52 \pm 3,93$ nmol/g putresin bulunmaktadır. İç kısımdaki spermidin miktarı $46,29 \pm 17,02$ nmol/g iken, kabukta $13,89 \pm 6,7$ nmol/g spermidin bulunmaktadır. Spermin iç kısımda $20,42 \pm 22,61$ nmol/g, kabukta $6,56 \pm 4,38$ nmol/g bulunmaktadır. Ekmek içinde toplam $92,87 \pm 60,43$ nmol/g, kabuk kısmında $27,97 \pm 12,77$ nmol/g poliamin bulunmaktadır.

Fırında üretilen çavdar ekmeklerinde bulunan poliamin miktarları Tablo 6.3'te gösterilmiştir.

Tablo 6.3 Fırın üretimi çavdar ekmeği poliamin miktarları (nmol/g)

Örnek No.	Ekmek içi				Ekmek kabuğu			
	Put	Spd	Spm	Top.	Put	Spd	Spm	Top.
1	18,34	57,28	32,72	108,34	7,88	22,11	16,04	46,03
2	18,49	52,79	24,26	95,53	6,66	12,17	6,74	25,58
3	11,52	42,00	22,60	76,12	5,10	11,27	4,52	20,88
4	16,04	41,14	20,49	77,67	6,33	11,54	6,37	24,24
5	25,20	80,09	39,22	144,52	9,85	26,73	17,19	53,77
6	11,09	48,22	20,26	79,57	6,32	27,05	11,53	44,91
7	17,40	72,83	44,35	134,58	7,05	19,88	16,53	43,45
8	13,03	68,05	36,60	117,68	9,25	34,92	22,21	66,38
9	12,48	43,11	23,04	78,62	6,70	20,08	14,45	41,22
10	18,01	68,81	28,35	115,16	8,69	19,81	12,13	40,63
Ort	16,16	57,43	29,19	102,78	7,38	20,55	12,77	40,71
SS	4,31	14,17	8,56	25,11	1,49	7,66	5,61	14,05

Çavdar ekmek içi örnekleri içinde en az putresin 6 no'lu örnekte (11,09 nmol/g), en çok 5 no'lu örnekte (25,20 nmol/g); en az spermidin 4 no'lu örnekte (41,14 nmol/g), en çok 5 no'lu örnekte (80,09 nmol/g); en az spermin 6 no'lu örnekte (20,26 nmol/g), en çok 7 no'lu örnekte (44,35 nmol/g) bulunmaktadır.

Çavdar ekmek içinde ortalama putresin miktarı $16,16 \pm 4,31$ nmol/g, spermidin miktarı $57,43 \pm 14,17$ nmol/g, spermin miktarı $29,19 \pm 8,56$ nmol/g'dır. İç kısımda bulunan toplam poliamin miktarı ortalama $102,78 \pm 25,11$ nmol/g'dır.

Çavdar ekmek kabuğu örnekleri içinde en az putresin 3 no'lu örnekte (5,10 nmol/g), en çok 8 no'lu örnekte (9,25 nmol/g); en az spermidin 3 no'lu örnekte (11,27 nmol/g), en çok 8 no'lu örnekte (34,92 nmol/g); en az spermin 3 no'lu örnekte (4,52 nmol/g), en çok 8 no'lu örnekte (22,21 nmol/g) bulunmaktadır.

Çavdar ekmek içinde ortalama $16,16 \pm 4,31$ nmol/g putresin, kabukta $7,38 \pm 1,49$ nmol/g putresin bulunmaktadır. İç kısımdaki spermidin miktarı $57,43 \pm 14,17$ nmol/g iken, kabukta $20,55 \pm 7,66$ nmol/g spermidin bulunmaktadır. Spermin iç kısımda $29,19 \pm 8,56$ nmol/g, kabukta $12,77 \pm 5,61$ nmol/g bulunmaktadır.

Ekmek içinde toplam $102,78 \pm 25,11$ nmol/g, kabuk kısmında $40,71 \pm 14,05$ nmol/g poliamin bulunmaktadır.

Fırın üretimi farklı ekmek çeşitlerinin iç kısımlarındaki poliamin miktarları Tablo 6.4'te görülmektedir.

Tablo 6.4 Fırın üretimi farklı ekmek çeşitlerinin iç kısımlarındaki poliamin miktarının arasındaki fark (nmol/g)

	Ekmek	n	Ort	SS	F/Ki*kare	p
Put*	Beyaz	10	4,64	3,53	18,263	p<0,001 (1-2,1-3)
	Tam buğday	10	26,16	24,41		
	Çavdar	10	16,16	4,31		
Spd*	Beyaz	10	16,16	12,54	18,418	p<0,001 (1,2-1,3)
	Tam buğday	10	46,29	17,02		
	Çavdar	10	57,43	14,17		
Spm*	Beyaz	10	5,30	5,32	19,564	p<0,001 (1-2,1-3,2-3)
	Tam buğday	10	20,42	22,61		
	Çavdar	10	29,19	8,56		
Top.**	Beyaz	10	26,11	20,64	20,201	p<0,001 ^a (1-2, 1-3)
	Tam buğday	10	92,88	60,43		
	Çavdar	10	102,78	25,11		

1.Beyaz ekmek, 2.Tam buğday ekmeği, 3.Çavdar ekmeği

*Anova, **Kruskal Wallis

^a p<0,05

Beyaz ve tam buğday ekmeği ile beyaz ve çavdar ekmeğinin iç kısımlarındaki putresin ve spermidin farkının anlamlı olduğu tespit edilmiştir (p<0,01). Beyaz, tam buğday ve çavdar ekmeklerinin iç kısımlarındaki spermin içerikleri arasındaki farkın anlamlı olduğu tespit edilmiştir (p<0,01). Toplam poliamin miktarındaki farklılık da beyaz ve tam buğday ile beyaz ve çavdar ekmeği arasında anlamlı olmuştur.

Fırın üretimi farklı ekmek çeşitlerinin kabuk kısımlarındaki poliamin miktarları Tablo 6.5'te görülmektedir.

Tablo 6.5 Fırın üretimi farklı ekmek çeşitlerinin kabuk kısımlarındaki poliamin miktarı (nmol/g)

	Ekmek	n	Ort	SS	F/Ki*kare	p^a
Put*	Beyaz	10	3,78	1,15	7,115	0,003 (1-2, 1-3)
	Tam buğday	10	7,52	3,93		
	Çavdar	10	7,38	1,49		
Spd**	Beyaz	10	9,07	4,17	11,42968	0,003 (1-3)
	Tam buğday	10	13,89	6,70		
	Çavdar	10	20,55	7,66		
Spm**	Beyaz	10	4,79	2,37	12,01548	0,002 (1-3, 2-3)
	Tam buğday	10	6,56	4,38		
	Çavdar	10	12,77	5,61		
Top.**	Beyaz	10	17,64	6,87	9,825	0,002 (1-3)
	Tam buğday	10	27,97	12,77		
	Çavdar	10	40,71	14,05		

1.Beyaz ekmek, 2.Tam buğday ekmeği, 3.Çavdar ekmeği

*Anova, **Kruskal Wallis

^a p<0,05

Putresin farkı beyaz ekmek ve tam buğday ekmeği ile beyaz ekmek ve çavdar ekmeği arasında anlamlı bulunmuştur (p<0,05). Spermidin farkı beyaz ekmek ve çavdar ekmeği arasında anlamlı olmuştur (p<0,05). Spermin farkı ise beyaz ekmek ve çavdar ekmeği ile tam buğday ve çavdar ekmeği arasında anlamlı olmuştur (p<0,05). Beyaz ekmek ile çavdar ekmeği arasındaki toplam poliamin miktarı farkı anlamlı bulunmuştur (p<0,05).

Bekletildikten Sonraki Dördüncü Gün Analiz Edilen Ekmeklerin Poliamin Düzeyleri

Dört gün bekletildikten sonra analiz edilen fırın üretimi farklı ekmek çeşitlerinin iç kısımlarındaki poliamin miktarları arasındaki farklar Tablo 6.6' da görülmektedir.

Tablo 6.6 Dört gün bekletilmiş fırın üretimi farklı ekmek çeşitlerinin iç kısımlarındaki poliamin miktarları (nmol/g)

		n	Ort	SS	F/Ki*kare	p
Put*	Beyaz	5	11,81	2,67	2,283	0,144
	Tam buğday	5	24,56	16,22		
	Çavdar	5	22,47	6,05		
Spd*	Beyaz	5	46,90	9,91	3,225	0,076
	Tam buğday	5	68,72	15,62		
	Çavdar	5	56,43	14,63		
Spm*	Beyaz	5	24,91	4,33	3,740	0,055
	Tam buğday	5	35,69	9,24		
	Çavdar	5	34,75	6,22		
Top.**	Beyaz	5	83,63	14,31	3,802	0,042 ^a (1-2)
	Tam buğday	5	128,97	36,09		
	Çavdar	5	113,65	24,30		

*Anova, **Kruskal Wallis, ^a p<0,05, 1.Beyaz ekmek, 2.Tam buğday ekmeği

Ekmek çeşitlerinin iç kısımlarındaki putresin, spermidin ve spermin miktarı arasındaki farkların anlamsız olduğu tespit edilmiştir. Ama toplam poliamin içerikleri arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (p<0,05).

Dört gün bekletildikten sonra analiz edilen fırın üretimi farklı ekmek çeşitlerinin kabuk kısımlarındaki poliamin miktarları arasındaki farklar Tablo 6.7’de görülmektedir.

Tablo 6.7 Dört gün bekletilmiş fırın üretimi farklı ekmek çeşitlerinin kabuk kısımlarındaki poliamin miktarları (nmol/g)

	Ekmek	n	Ort	SS	F/Ki*kare	p
Put	Beyaz	5	5,37	0,31	0,527	0,603
	Tam buğday	5	6,51	2,59		
	Çavdar	5	6,55	2,47		
Spd	Beyaz	5	11,64	1,90	0,757	0,490
	Tam buğday	5	13,78	5,91		
	Çavdar	5	9,94	5,90		
Spm	Beyaz	5	8,59	2,46	0,763	0,488
	Tam buğday	5	12,01	5,21		
	Çavdar	5	10,11	4,95		
Top.	Beyaz	5	25,59	4,13	0,600	0,564
	Tam buğday	5	32,31	11,76		
	Çavdar	5	26,61	13,11		

Dört gün bekletildikten sonra analiz edilen fırın üretimi farklı ekmek çeşitlerinin kabuk kısımlarındaki putresin, spermidin, spermin ve toplam poliamin miktarı arasındaki farkların anlamsız olduğu tespit edilmiştir.

6.1.2 Endüstriyel Yolla Üretilen Ekmeklerin Poliamin Düzeyleri

Endüstriyel yolla üretilen beyaz ekmeklerin iç ve kabuk kısımlarındaki poliamin miktarları Tablo 6.8’de gösterilmiştir.

Tablo 6.8 Endüstriyel yolla üretilen beyaz ekmeklerin poliamin miktarları (nmol/g)

Örnek No.	İç				Kabuk			
	Put	Spd	Spm	Top.	Put	Spd	Spm	Top.
1	15,62	49,15	38,31	103,08	7,73	22,22	21,42	51,37
2	17,54	58,24	45,54	121,32	11,38	36,17	31,87	79,42
3	17,11	59,72	50,19	127,01	11,26	36,25	29,78	77,29
Ort	16,75	55,70	44,68	117,14	10,12	31,55	27,69	69,36
SS	1,01	5,72	5,98	12,50	2,07	8,08	5,53	15,62

İç kısımlar incelenecek olursa; en az putresin 1 no'lu örnekte (15,62 nmol/g), en fazla 2 no'lu örnekte (17,54 nmol/g) bulunmaktadır. En az spermidin 1 no'lu örnekte (49,15 nmol/g), en fazla 3 no'lu örnekte (59,72 nmol/g) bulunmaktadır. En az sperminin ise 1 no'lu örnekte (38,31 nmol/g), en fazla 3 no'lu örnekte (50,19 nmol/g) bulunduğu görülmektedir.

Kabuk kısmında ise en az putresin 1 no'lu örnekte (7,73 nmol/g), en fazla 2 no'lu örnekte (11,38 nmol/g) mevcuttur. En az spermidin yine 1 no'lu örnekte (22,22 nmol/g), en fazla 3 no'lu örnekte (36,25 nmol/g) mevcuttur. En az spermin 1 no'lu örnekte (21,42 nmol/g), en fazla 2 no'lu örnekte (31,87 nmol/g) bulunmaktadır.

İç kısımda ortalama $16,75 \pm 1,01$ nmol/g putresin, kabukta $10,12 \pm 2,07$ nmol/g putresin bulunmaktadır. İç kısımdaki spermidin miktarı $55,70 \pm 5,72$ nmol/g iken, kabukta $31,55 \pm 8,08$ nmol/g spermidin bulunmaktadır. Spermin iç kısımda $44,68 \pm 5,98$ nmol/g, kabukta $27,69 \pm 5,53$ nmol/g bulunmaktadır.

Ekmek içinde toplam $117,13 \pm 12,5$ nmol/g, kabuk kısmında $69,36 \pm 15,62$ nmol/g poliamin bulunmaktadır.

Endüstriyel yolla üretilen tam buğday ekmeklerinin iç ve kabuk kısımlarındaki poliamin miktarları Tablo 6.9'da gösterilmiştir.

Tablo 6.9 Endüstriyel yolla üretilen tam buğday ekmeği poliamin miktarları (nmol/g)

Örnek No.	İç				Kabuk			
	Put	Spd	Spm	Top.	Put	Spd	Spm	Top.
1	18,15	59,25	42,43	119,82	8,50	17,62	11,60	37,73
2	19,76	71,56	53,17	144,49	9,42	27,74	16,49	53,65
3	19,57	64,40	49,51	133,48	13,32	32,18	15,27	60,77
Ort	19,16	65,07	48,37	132,60	10,41	25,85	14,45	50,72
SS	0,88	6,18	5,46	12,36	2,56	7,46	2,54	11,80

İç kısımlar incelenecek olursa en az putresin 1 no'lu örnekte (18,15 nmol/g), en fazla 2 no'lu örnekte (19,76 nmol/g) bulunmaktadır. En az spermidin 1 no'lu örnekte (59,25 nmol/g), en fazla 2 no'lu örnekte (71,56 nmol/g) bulunmaktadır. En az sperminin ise 1 no'lu örnekte (42,43 nmol/g), en fazla 2 no'lu örnekte (53,17 nmol/g) bulunduğu görülmektedir.

Kabuk kısmında ise en az putresin 1 no'lu örnekte (8,50 nmol/g), en fazla 3 no'lu örnekte (13,32 nmol/g) mevcuttur. En az spermidin yine 1 no'lu örnekte (17,62 nmol/g), en fazla 3 no'lu örnekte (32,18 nmol/g) mevcuttur. En az spermin 1 no'lu örnekte (11,60 nmol/g), en fazla 2 no'lu örnekte (16,49 nmol/g) bulunmaktadır.

İç kısımda ortalama $19,16 \pm 0,88$ nmol/g putresin, kabukta $10,41 \pm 2,56$ nmol/g putresin bulunmaktadır. İç kısımdaki spermidin miktarı $65,07 \pm 6,18$ nmol/g iken, kabukta $25,85 \pm 7,46$ nmol/g spermidin bulunmaktadır. Spermin iç kısımda $48,37 \pm 5,46$ nmol/g, kabukta $14,45 \pm 2,54$ nmol/g bulunmaktadır.

Ekmek içinde toplam $132,6 \pm 12,36$ nmol/g, kabuk kısmında $50,71 \pm 11,8$ nmol/g poliamin bulunmaktadır.

Endüstriyel yolla üretilen çavdar ekmeklerinin iç ve kabuk kısımlarındaki poliamin miktarları Tablo 6.10'da gösterilmiştir.

Tablo 6.10. Endüstriyel yolla üretilen çavdar ekmeği poliamin miktarları (nmol/g)

Örnek No.	İç				Kabuk			
	Put	Spd	Spm	Top.	Put	Spd	Spm	Top.
1	22,56	50,43	32,47	105,46	14,75	34,51	15,55	64,80
2	23,28	50,84	36,57	110,69	8,54	22,48	12,12	43,15
3	18,34	25,76	22,97	67,07	12,05	28,61	19,36	60,02
Ort	21,39	42,34	30,67	94,41	11,78	28,53	15,68	55,99
SS	2,67	14,36	6,98	23,82	3,11	6,01	3,62	11,37

İç kısımlar incelenecek olursa en az putresin 3 no'lu örnekte (18,34 nmol/g), en fazla 2 no'lu örnekte (23,28 nmol/g) bulunmaktadır. En az spermidin 3 no'lu örnekte (25,76 nmol/g), en fazla 2 no'lu örnekte (50,84 nmol/g) bulunmaktadır. En az sperminin ise 3 no'lu örnekte (22,97 nmol/g), en fazla 2 no'lu örnekte (36,57 nmol/g) bulunduğu görülmektedir.

Kabuk kısmında ise en az putresin 2 no'lu örnekte (8,54 nmol/g), en fazla 1 no'lu örnekte (14,75 nmol/g) mevcuttur. En az spermidin yine 2 no'lu örnekte (22,48 nmol/g), en fazla 1 no'lu örnekte (34,51 nmol/g) mevcuttur. En az spermin 2 no'lu örnekte (12,12 nmol/g), en fazla 3 no'lu örnekte (19,36 nmol/g) bulunmaktadır.

İç kısımda ortalama $21,39 \pm 2,67$ nmol/g putresin, kabukta $11,78 \pm 3,11$ nmol/g putresin bulunmaktadır. İç kısımdaki spermidin miktarı $42,34 \pm 14,36$ nmol/g iken, kabukta $28,53 \pm 6,01$ nmol/g spermidin bulunmaktadır. Spermin iç kısımda $30,67 \pm 6,98$ nmol/g, kabukta $15,68 \pm 3,62$ nmol/g bulunmaktadır.

Ekmek içinde toplam $94,41 \pm 23,82$ nmol/g, kabuk kısmında $55,99 \pm 11,37$ nmol/g poliamin bulunmaktadır.

6.2 Bekleme Sürelerine Göre Poliamin Düzeylerinin Değişimi

Hemen analiz edilen ve dört gün bekletildikten sonra analiz edilen fırın üretimi beyaz, tam buğday ve çavdar ekmeğinin iç ve kabuk kısımlarındaki poliamin miktarları arasındaki fark Tablo 6.11’de görülmektedir.

Tablo 6.11. Dört günlük bekleme süresinde fırın üretimi farklı ekmeğin poliamin miktarlarının değişimi (nmol/g)

Örnek No.		0. Gün				4. Gün				
		Put	Spd	Spm	Top.	Put	Spd	Spm	Top.	
Beyaz ekmeği	İç	1	11,67	35,76	11,28	58,71	15,62	62,74	28,50	106,86
		2	1,22	4,45	1,25	6,92	10,10	43,49	23,10	76,68
		3	1,03	3,41	0,86	5,31	8,94	35,52	24,92	69,38
		4	2,40	6,40	1,79	10,58	13,32	47,02	18,68	79,03
		5	4,76	13,12	2,62	20,50	11,09	45,74	29,37	86,21
		Ort	4,21	12,63	3,56	20,40	11,81	46,90	24,91	83,63
	S	4,42	13,47	4,37	22,21	2,67	9,91	4,33	14,31	
	Kabuk	1	4,33	8,19	3,23	15,74	5,48	10,45	4,81	20,73
		2	4,36	13,10	4,21	21,66	5,40	10,93	7,85	24,18
		3	2,35	5,14	2,61	10,09	5,80	13,83	10,85	30,48
4		2,97	5,59	2,99	11,55	5,01	9,53	8,76	23,30	
5		3,44	9,18	4,19	16,80	5,14	13,45	10,67	29,26	
Ort		3,49	8,24	3,44	15,17	5,37	11,64	8,59	25,59	
SS	0,87	3,21	0,72	4,58	0,31	1,90	2,46	4,13		
Tam buğday ekmeği	İç	1	87,95	82,26	83,42	253,63	18,27	68,82	40,30	127,40
		2	50,30	62,68	12,29	125,27	52,80	84,02	41,11	177,94
		3	17,69	32,27	13,51	63,47	12,09	46,58	20,54	79,20
		4	17,40	42,38	15,30	75,08	22,57	61,39	33,32	117,28
		5	13,26	52,90	24,73	90,88	17,06	82,79	43,16	143,01
		Ort	37,32	54,50	29,85	121,67	24,56	68,72	35,69	128,97
	SS	31,99	19,24	30,34	77,35	16,22	15,62	9,24	36,09	
	Kabuk	1	10,20	24,38	16,65	51,22	6,18	23,74	20,74	50,66
		2	14,94	12,51	5,18	32,64	10,95	13,42	11,40	35,77
		3	4,23	6,53	3,49	14,25	4,22	8,04	7,45	19,71
4		7,41	10,95	5,36	23,72	5,84	11,88	8,64	26,36	
5		4,31	12,86	5,99	23,16	5,38	11,84	11,81	29,03	
Ort		8,22	13,45	7,33	29,00	6,51	13,78	12,01	32,31	
SS	4,50	6,61	5,29	14,02	2,59	5,91	5,21	11,76		
Çavdar ekmeği	İç	1	18,34	57,28	32,72	108,34	20,11	61,03	41,52	122,66
		2	18,49	52,79	24,26	95,53	21,25	50,33	34,80	106,38
		3	11,52	42,00	22,60	76,12	16,65	46,83	25,00	88,47
		4	16,04	41,14	20,49	77,67	21,63	44,04	34,01	99,68
		5	25,20	80,09	39,22	144,52	32,70	79,93	38,42	151,05
		Ort	17,92	54,66	27,86	100,44	22,47	56,43	34,75	113,65
	SS	4,95	15,81	7,87	28,02	6,05	14,63	6,22	24,30	
	Kabuk	1	7,88	22,11	16,04	46,03	8,64	13,80	12,91	35,35
		2	6,66	12,17	6,74	25,58	5,58	7,24	5,68	18,50
		3	5,10	11,27	4,52	20,88	4,87	5,75	6,56	17,17
4		6,33	11,54	6,37	24,24	3,99	4,58	7,99	16,56	
5		9,85	26,73	17,19	53,77	9,68	18,36	17,43	45,47	
Ort		7,16	16,76	10,17	34,10	6,55	9,94	10,11	26,61	
SS	1,80	7,18	5,95	14,78	2,47	5,90	4,95	13,11		

Put: putresin, Spd: spermidin, Spm: spermin, Top.: toplam poliamin

Beyaz ekmeğin içi ve kabuğu örnekleri incelenecek olursa bekletme sonunda tüm poliaminlerin ve dolayısıyla toplam poliamin miktarı artmıştır. Tam buğday ekmeğin içi

ve kabuğunda putresin miktarı azalırken, diğer poliaminler ve toplam poliamin miktarı artmıştır. Çavdar ekmeğinde de tüm poliaminler ve toplam poliamin miktarı artmıştır. Kabuk kısmında ise tüm poliaminler ve dolayısıyla toplam poliamin miktarı da azalma göstermiştir.

Dört günlük bekletme sonucunda fırın üretimi beyaz, tam buğday ve çavdar ekmeğinin iç ve kabuk kısımlarındaki poliamin miktarları arasındaki farkın anlamlılıkları Tablo 6.12’de görülmektedir.



Tablo 6.12. Hemen analiz edilen ve bekletildikten sonra analiz edilen fırın üretimi farklı ekmek çeşitlerinin iç ve kabuk kısımlarındaki poliamin miktarları arasındaki fark (nmol/g)

		Analiz zamanı	n	Ort	SS	Medyan	Kartiller arası aralık	t/z	p	
Beyaz ekmek	İç	Put	0.Gün	5	4,21	4,42	3,71	6,10	-2,023	0,043 ^a
			4.Gün	5	11,81	2,67	11,09	4,95		
		Spd	0.Gün	5	12,63	13,47	11,78	24,80	-2,023	0,043 ^a
			4.Gün	5	46,90	9,91	45,74	15,37		
		Spm	0.Gün	5	3,56	4,37	3,08	7,46	-2,023	0,043 ^a
		4.Gün	5	24,91	4,33	24,92	8,05			
	Top.**	0.Gün	5	20,40	22,21	10,58	33,49	-2,023	0,043 ^a	
		4.Gün	5	83,63	14,31	79,03	23,51			
	Kabuk	Put	0.Gün	5	3,49	0,87	3,65	1,56	-2,023	0,043 ^a
			4.Gün	5	5,37	0,31	5,40	0,56		
Spd		0.Gün	5	8,24	3,21	8,20	4,69	-1,753	0,080	
		4.Gün	5	11,64	1,90	10,93	3,65			
Spm		0.Gün	5	3,44	0,72	4,20	2,23	-2,023	0,043 ^a	
	4.Gün	5	8,59	2,46	8,76	4,43				
Top.**	0.Gün	5	15,17	4,58	15,74	8,41	-2,023	0,043 ^a		
	4.Gün	5	25,59	4,13	24,18	7,86				
Tam buğday ekmeği	İç	Put	0.Gün	5	37,32	31,99	17,05	12,27	-0,405	0,686
			4.Gün	5	24,56	16,22	18,27	23,12		
		Spd	0.Gün	5	54,50	19,24	41,16	25,43	-1,753	0,080
			4.Gün	5	68,72	15,62	68,82	29,43		
		Spm	0.Gün	5	29,85	30,34	13,04	6,28	-0,674	0,500
		4.Gün	5	35,69	9,24	40,30	15,21			
	Top.**	0.Gün	5	121,67	77,35	90,88	120,18	-0,674	0,500	
		4.Gün	5	128,97	36,09	127,40	62,24			
	Kabuk	Put	0.Gün	5	8,22	4,50	6,49	6,64	-1,483	0,138
			4.Gün	5	6,51	2,59	5,84	3,76		
Spd		0.Gün	5	13,45	6,61	12,69	11,26	-0,674	0,500	
		4.Gün	5	13,78	5,91	11,88	8,64			
Spm		0.Gün	5	7,33	5,29	5,27	4,31	-2,023	0,043 ^a	
	4.Gün	5	12,01	5,21	11,40	8,23				
Top.**	0.Gün	5	29,00	14,02	23,72	23,23	-1,753	0,080		
	4.Gün	5	32,31	11,76	29,03	20,18				
Çavdar ekmeği	İç	Put	0.Gün	5	17,92	4,95	16,72	6,14	-2,023	0,043 ^a
			4.Gün	5	22,47	6,05	21,25	8,79		
		Spd	0.Gün	5	54,66	15,81	55,03	26,98	-1,214	0,225
			4.Gün	5	56,43	14,63	50,33	25,05		
		Spm	0.Gün	5	27,86	7,87	26,30	15,18	-1,753	0,080
		4.Gün	5	34,75	6,22	34,80	10,46			
	Top.**	0.Gün	5	100,44	28,02	95,53	49,54	-2,023	0,043 ^a	
		4.Gün	5	113,65	24,30	106,38	42,78			
	Kabuk	Put	0.Gün	5	7,16	1,80	6,87	2,50	-1,214	0,225
			4.Gün	5	6,55	2,47	5,58	4,73		
Spd		0.Gün	5	16,76	7,18	19,98	14,79	-2,023	0,043 ^a	
		4.Gün	5	9,94	5,90	7,24	10,92			
Spm		0.Gün	5	10,17	5,95	13,29	10,04	-0,135	0,893	
	4.Gün	5	10,11	4,95	7,99	9,05				
Top.**	0.Gün	5	34,10	14,78	25,58	27,34	-2,023	0,043 ^a		
	4.Gün	5	26,61	13,11	18,50	23,55				

^a p<0,05, Put: putresin, Spd: spermidin, Spm: spermin, Top.: toplam poliamin

Hemen ve dört gün bekledikten sonra analize alınan fırın üretimi beyaz ekmek içi örnekleri değerlendirildiğinde; bekletme sonucu putresin, spermidin, spermin ve toplam poliamin miktarında oluşan fark anlamlı olmuştur (p<0,05). Beyaz ekmek kabukları için bakıldığında dört gün bekletme sonucu oluşan fark, spermidin hariç tüm poliamin miktarlarında anlamlı olmuştur (p<0,05).

Dört gün bekletilen tam buğday ekmeği içindeki bütün poliamin çeşitleri için değişim anlamsız olmuştur. Kabuk kısmında ise sadece spermin değişimi anlamlı olmuştur ($p<0,05$).

Dört gün bekletilen çavdar ekmeğinin iç kısmında putresin ve toplam poliamin değişimi anlamlı olmuştur ($p<0,05$). Kabuk kısmında ise spermidin ve toplam poliamin değişimi anlamlıdır ($p<0,05$).

Hemen analiz edilen ve dört gün bekletildikten sonra analiz edilen endüstriyel yolla üretilmiş olan beyaz, tam buğday ve çavdar ekmeğinin iç ve kabuk kısımlarındaki poliamin miktarındaki değişim sırasıyla Tablo 6.13'te görülmektedir.

Tablo 6.13. Dört günlük bekleme süresinde endüstriyel yolla üretilen beyaz, tam buğday ve çavdar ekmeğinin poliamin miktarlarının değişimi (nmol/g)

Örnek No.	0. Gün				4. Gün				
	Put	Spd	Spm	Top.	Put	Spd	Spm	Top.	
Beyaz	1	15,62	49,15	38,31	103,08	27,04	114,55	65,78	207,36
	2	17,54	58,24	45,54	121,32	26,26	101,21	74,47	201,94
	3	17,11	59,72	50,19	127,01	20,37	89,16	63,60	173,13
	Ort	16,75	55,70	44,68	117,14	24,56	101,64	67,95	194,14
	SS	1,01	5,72	5,98	12,50	3,65	12,70	5,75	18,40
	1	7,73	22,22	21,42	51,37	8,31	23,59	24,63	56,52
	2	11,38	36,17	31,87	79,42	9,59	30,61	27,21	67,41
	3	11,26	36,25	29,78	77,29	9,36	29,40	28,02	66,78
	Ort	10,12	31,55	27,69	69,36	9,09	27,87	26,62	63,57
	SS	2,07	8,08	5,53	15,62	0,68	3,76	1,77	6,11
Tam buğday	1	18,15	59,25	42,43	119,82	24,15	90,91	60,27	175,34
	2	19,76	71,56	53,17	144,49	21,71	77,07	53,46	152,23
	3	19,57	64,40	49,51	133,48	20,25	77,43	50,77	148,45
	Ort	19,16	65,07	48,37	132,60	22,04	81,80	54,83	158,67
	SS	0,88	6,18	5,46	12,36	1,97	7,89	4,90	14,56
	1	8,50	17,62	11,60	37,73	12,83	38,71	24,48	76,01
	2	9,42	27,74	16,49	53,65	7,10	19,55	14,41	41,06
	3	13,32	32,18	15,27	60,77	11,23	30,54	20,06	61,84
	Ort	10,41	25,85	14,45	50,72	10,39	29,60	19,65	59,64
	SS	2,56	7,46	2,54	11,80	2,96	9,61	5,05	17,58
Çavdar	1	22,56	50,43	32,47	105,46	31,02	89,25	43,14	163,40
	2	23,28	50,84	36,57	110,69	24,89	66,58	36,75	128,21
	3	18,34	25,76	22,97	67,07	27,34	77,48	42,72	147,53
	Ort	21,39	42,34	30,67	94,41	27,75	77,77	40,87	146,38
	SS	2,67	14,36	6,98	23,82	3,08	11,34	3,57	17,62
	1	14,75	34,51	15,55	64,80	14,49	25,50	18,05	58,04
	2	8,54	22,48	12,12	43,15	14,06	30,65	17,28	61,99
	3	12,05	28,61	19,36	60,02	11,42	25,34	16,56	53,31
	Ort	11,78	28,53	15,68	55,99	13,32	27,16	17,29	57,78
	SS	3,11	6,01	3,62	11,37	1,66	3,02	0,75	4,35

Buna göre beyaz ekmeğin iç kısmında putresin, spermidin, spermin ve toplam poliamin miktarları artış göstermiştir. Kabukta ise durum tam tersi olmuştur.

Tam buğday ekmeğinin iç kısmında tüm poliaminler artmış, kabukta ise sadece putresin azalırken, diğer değerler artış göstermiştir.

Çavdar için değerlendirme yapılacak olursa iç kısımdaki tüm poliaminler artmış, kabuk kısmında sadece spermidin azalırken diğer poliaminler artmıştır.

6.3 Farklı Ekmek Tiplerinde Poliamin Düzeylerinin Karşılaştırılması

Üretim çeşidine göre ekmeklerin iç ve kabuk kısımlarındaki poliamin miktarlarının değişimi Tablo 6.14’te görülmektedir.

Tablo 6.14. Üretim çeşidine göre ekmeklerin poliamin miktarının değişimi (nmol/g)

Ekmek çeşidi			Fırın üretimi (n=10)		Endüstriyel üretim (n=3)		
			Ort	SS	Ort	SS	
Beyaz	Put	İç	4,64	3,53	16,75	1,01	
		Kabuk	3,78	1,15	10,12	2,07	
	Spd	İç	16,16	12,54	55,70	5,72	
		Kabuk	9,07	4,17	31,55	8,08	
	Spm	İç	5,30	5,32	44,68	5,98	
		Kabuk	4,79	2,37	27,69	5,53	
	Top.	İç	26,11	20,64	117,14	12,50	
		Kabuk	17,64	6,87	69,36	15,62	
	Tam buğday	Put	İç	26,16	24,41	19,16	0,88
			Kabuk	7,52	3,93	10,41	2,56
Spd		İç	46,29	17,02	65,07	6,18	
		Kabuk	13,89	6,70	25,85	7,46	
Spm		İç	20,42	22,61	48,37	5,46	
		Kabuk	6,56	4,38	14,45	2,54	
Top.		İç	92,88	60,43	132,60	12,36	
		Kabuk	27,97	12,77	50,72	11,80	
Çavdar		Put	İç	16,16	4,31	21,39	2,67
			Kabuk	7,38	1,49	11,78	3,11
	Spd	İç	57,43	14,17	42,34	14,36	
		Kabuk	20,55	7,66	28,53	6,01	
	Spm	İç	29,19	8,56	30,67	6,98	
		Kabuk	12,77	5,61	15,68	3,62	
	Top.	İç	102,78	25,11	94,41	23,82	
		Kabuk	40,71	14,05	55,99	11,37	

Fırın ve endüstriyel üretim beyaz ekmekler karşılaştırıldığında iç kısımdaki putresin, spermidin ve spermin içerikleri arasındaki farkın anlamlı olduğu; kabuk kısmındaki poliamin farklılığının anlamsız olduğu tespit edilmiştir.

Fırın ve endüstriyel üretim tam buğday ekmekleri kıyaslandığında kabuk kısmındaki spermidin ile iç ve kabuktaki spermin farkının anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Fırın ve endüstriyel üretim çavdar ekmekleri incelendiğinde ise kabuk kısmındaki putresin, spermidin ve spermin farkının anlamlı olduğu görülmüştür.

Dört gün bekletildikten sonra analiz edilen beyaz, tam buğday ve çavdar ekmeklerinin poliamin miktarındaki değişim Tablo 6.15'te görülmektedir.

Tablo 6.15. Dördüncü gün analiz edilen ekmeklerin üretim çeşidine göre poliamin miktarının değişimi (nmol/g)

Ekmek çeşidi			Fırın üretimi (n=5)		Endüstriyel üretim (n=3)		
			Ort	SS	Ort	SS	
Beyaz	Put	İç	11,81	2,67	24,56	3,65	
		Kabuk	5,37	0,31	9,09	0,68	
	Spd	İç	46,90	9,92	101,64	12,70	
		Kabuk	11,64	1,90	27,87	3,76	
	Spm	İç	24,91	4,33	67,95	5,75	
		Kabuk	8,59	2,46	26,62	1,77	
	Top.	İç	83,63	14,31	194,14	18,40	
		Kabuk	25,59	4,13	63,57	6,11	
	Tam buğday	Put	İç	24,56	16,22	22,04	1,97
			Kabuk	6,51	2,59	10,39	2,96
Spd		İç	68,72	15,62	81,80	7,89	
		Kabuk	13,78	5,91	29,60	9,61	
Spm		İç	35,69	9,24	54,83	4,90	
		Kabuk	12,01	5,21	19,65	5,05	
Top.		İç	128,97	36,09	158,67	14,56	
		Kabuk	32,31	11,76	59,64	17,58	
Çavdar		Put	İç	22,47	6,05	27,75	3,08
			Kabuk	6,55	2,47	13,32	1,66
	Spd	İç	56,43	14,63	77,77	11,34	
		Kabuk	9,94	5,90	27,16	3,02	
	Spm	İç	34,75	6,22	40,87	3,57	
		Kabuk	10,11	4,95	17,29	0,75	
	Top.	İç	113,65	24,30	146,38	17,62	
		Kabuk	26,61	13,11	57,78	4,35	

Beyaz ekmek içi ve kabuğu için değerlendirildiğinde tüm poliaminlerin miktarı endüstriyel üretim ekmeklerde fırın üretimine kıyasla daha fazla olmuştur. Ve bu farkın anlamlı olduğu görülmüştür.

Tam buğday ekmek içindeki putresin hariç iç ve kabuktaki tüm poliaminler endüstriyel üretim ekmeklerinde daha fazla olmuştur. Ama bu fark sadece iç kısımdaki spermin için anlamlı olmuştur.

Çavdar ekmeğine geldiğimizde de iç ve kabukta yine tüm poliaminlerin arttığı tespit edilmiştir. Bu artış kabuktaki putresin, spermidin, spermin ve toplam poliamin değeri için anlamlı olmuştur.

6.4 Günlük Ekmek Tüketiminden Gelen Poliamin Miktarı

TÜBER-2015 verilerine göre beyaz ekmek tüketimi 2-3 yaş arası 60 g, 7-10 yaş arası 132 g, 11-14 yaş arası 170 g, 15-17 yaş arası 202 g, 65 yaş ve üzeri 140 g'dır. Tam buğday/kepekli ekmek tüketimi 2-3 yaş arası 6 g, 4-6 yaş arası 10 g, 7-10 yaş arası 14 g, 11-14 yaş arası 18 g, 15-17 yaş arası 11 g, 18-64 yaş arası 23 g, 65 yaş ve üzeri 29 g'dır (Şekil 4.2).

Araştırma sonucu 1 gram ekmek içi ve ekmek kabuğunun içerdiği poliamin miktarları tespit edilmiştir. Daha sonra bütün ekmeğin iç ve kabuk kısımları tartılarak iç/kabuk oranı elde edilmiştir. Buradan yola çıkılarak 1 porsiyon (50 g) ekmeğin içerdiği poliamin miktarı hesaplanmıştır.

Araştırmamız sonucu; 1 porsiyon (50g) beyaz ekmeğin 2188 nmol poliamin, tam buğday ekmeğinin 6042,5 nmol poliamin, çavdar ekmeğinin 7174,5 nmol poliamin içerdiği tespit edilmiştir (Tablo 6.16).

Tablo 6.16. Fırın üretimi ekmeklerin 1 porsiyonundan alınan poliamin (nmol/pors.) miktarları

		İç/Kabuk oranı	g/1 pors. (50g)	Putresin	Spermidin	Spermin	Toplam
Beyaz ekme�	Kabuk	2,14	15,92	232,00	808,00	265,00	1305,50
	İç		34,08	189,00	453,50	239,50	882,50
	Toplam			421,00	1261,50	504,50	2188,00
Tam buğday ekmeği	Kabuk	1,83	17,67	1308,00	2314,50	1021,00	4644,00
	İç		32,33	376,00	694,50	328,00	1398,50
	Toplam			1684,00	3009,00	1349,00	6042,50
Çavdar ekmeği	Kabuk	1,41	20,75	808,00	2871,50	1459,50	5139,00
	İç		29,25	369,00	1027,50	638,50	2035,50
	Toplam			1177,00	3899,00	2098,00	7174,50

TÜBER-2015 verileri ile beraber değerlendirildiğinde;

Günlük beyaz ekme  tüketiminden:

- 2-3 yaş arası bireyler 2625,6 nmol,
- 7-10 yaş arası bireyler 5776,32 nmol,
- 11-14 yaş arası bireyler 7439,2 nmol,
- 15-17 yaş arası bireyler 8839,52 nmol,
- 65 yaş ve üzeri bireyler 6126,4 nmol, poliamin almaktadır.

Günlük tam buğday ekme  tüketiminden:

- 2-3 yaş arası bireyler 725,1 nmol,
- 4-6 yaş arası bireyler 1208,5 nmol,
- 7-10 yaş arası bireyler 1691,9 nmol,
- 11-14 yaş arası bireyler 2175,3 nmol,
- 15-17 yaş arası bireyler 1329,35 nmol,
- 18-64 yaş arası bireyler 2779,55 nmol,
- 65 yaş ve üzeri bireyler 3504,65 nmol, poliamin almaktadır.

Eğer ekme  ve tahıllar için günlük tüketilmesi önerilen miktarlar dikkate alınarak günlük ekme  tüketiminden kaynaklı poliamin alımı Tablo 6.17’de gösterilmiştir.

Tablo 6.17. Günlük tüketilmesi önerilen ekmeğin miktarına göre hesaplanan poliamin içerikleri (nmol/gün)*

Yaş grubu	Cinsiyet	
	Kadın	Erkek
2-3	5470	5470
4-6	5470	5470 – 6564
7-10	6564 – 7658	6564 – 8752
11-14	8752 – 9846	9846 – 10940
15-18	8752 – 10940	15316 – 17504
18-49	7658 – 8752	10940
50-70	7658	8752 – 9846
70 yaş ve üstü	6564	8752

*TÜBER-2015 ekmeğin ve tahıl önerilen miktarının, sadece beyaz ekmeğin olduğu varsayılarak hesaplanmıştır.

6 TARTIŞMA

Poliaminler birçok fizyolojik özelliklere sahip ve neredeyse tüm canlı hücrelerde yer alan biyolojik aminlerdir. De novo sentez ve mikrobiyotanın yanında diyet de önemli bir poliamin kaynağıdır. Meyve ve peynir çeşitlerinde putresin, sebzelerde spermidin ve et ürünlerinde spermin daha yüksek oranda bulunur (81, 82). Ancak besinlerin poliamin içeriklerine ulaşılabilecek bir veri bankası dünyada sınırlı ülkemizde ise henüz oluşturulmamıştır (83). Beslenme programlarında poliamin içerikleri dikkate alınmamaktadır. Oysaki poliaminlerin insan sağlığı üzerine etkilerini gösteren çeşitli çalışmalar yapılmıştır (3, 84). Büyüme ve gelişme dönemlerinde, yara kapanması ve ameliyat sonrası iyileşme süreçlerinde poliamin düzeyleri yüksek ancak kanser hastalarında ise poliamin içeriği düşük diyetler tavsiye edilmektedir (85).

Günlük beslenmemizde ekmek önemli yer tutmaktadır. Türkiye’de bireylerin günlük enerjisinin yaklaşık %44’ünü ekmekten sağladığı bildirilmiştir. Ülkemizde beslenmeden gelen poliamin düzeyleri günde 93057 nmol putresin, 33122 nmol spermidin, 13685 nmol spermin olarak belirlenmiştir. Bunun %12,75’i unlu ürünlerden sağlanmıştır. Aynı çalışmada beyaz ekmek tüketimi günde kişi başına 201,4 g olarak tespit edilmiştir (2).

Çalışmamızda ekmek tüketiminden kaynaklanan poliamin alımının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle ülkemizde yaygın tüketilen beyaz ekmek, tam buğday ekmeği ve çavdar ekmeği örneklerinde poliamin düzeyleri analiz edilmiş ve TÜBER-2015 raporunda yayınlanan ekmek tüketim miktarları dikkate alınarak ekmekten alınan poliamin düzeyleri hesaplanmıştır.

Un, su, tuz ve maya temel bileşenlerinin bir araya getirilip hamurun oluşturulması ve sonrasında pişirme işlemleri süreçlerinde çeşitli fiziksel ve kimyasal değişimler ortaya çıkmaktadır. Tahılın una dönüştürülmesinde kepek ve özünün ayrılmasıyla

protein, mineral ve vitamin içerikleri azalmaktadır. Tahıllar da tüm diğer bitkiler gibi poliamin içermektedirler. Buğdayın kepek ve rüşeyminde poliamin içeriği yüksek iken işlenmiş tahılda (polished grain) azaldığı ve bunun ekmekte poliamin düzeyine yansıdığı rapor edilmiştir. Buğday proteininin %72'si endospermde ve %8'i rüşeymde bulunur (86). Rüşeym proteininin ise %28,5'i protein ve %11-15'i protein yapısında olmayan azotlu bileşiklerdir (87). Buğday ununda protein oranı %13 civarına düşer. Bu nedenle tam buğday ekmeğinde beyaz ekmekten daha yüksek oranda poliamin bulunmuştur [88]. Ekmeğin pişirilmesi sırasında kompozisyonu değişmekte ve orijinal besin yapısı değişmektedir (89). Ekmekte poliamin içeriklerinin, mayalanma sürecinde mikroorganizma faaliyetlerinden ve pişirme sürecinde oluşan reaksiyonlardan etkilenebileceği ön görülmüştür. Özellikle ekmek kabuğunda tat ve aroma oluşturan karamelizasyon ve maillard reaksiyonları bu değişimlerin önemli etkenleridir (90). Soda ve ark.nın yaptığı kalori bazlı bir değerlendirmede, ortalama spermidin ve spermin değerleri (nmol/kkal) sırasıyla buğday rüşeyminde 573,00; 169,00, beyaz unda 12,22; 9,50; beyaz ekmekte 14,08; 6,45, tam buğday ekmeğinde 44,40; 9,11 ve çavdar ekmeğinde 33,20; 7,99 olarak tespit edilmiştir (83).

6.1 Pişirme

Pişirme süreçlerinde ekmeğin bileşimi değişmektedir. Örneğin, çavdar ekmeğinin içeriğinin incelendiği bir çalışmada un, tüm ekmek, kabuk ve ekmek içinde olmak üzere sırasıyla 9,34; 9,81; 9,46; 9,60 g/100 g protein, 3,32; 3,18; 0,46; 3,20 g/100 g lizin tespit edilmiştir (91). Pişirme reaksiyonları olarak da bilinen Maillard reaksiyonları amino asitler ve karbonhidratlar arasında gerçekleşen kahverengileşme reaksiyonlarıdır. Ekmeğin pişirilmesi sırasında ekmeğin içi ve dış kısmında oluşan ürünlerde farklılık görülür. Dış kısmı iç kısma oranla daha kısa sürede ısıyı alır. Örneğin mayalanmanın tamamlanması, bir başka deyişle mayanın sıcaklık etkisiyle aktivitesini kaybetmesi, dış kısımda daha önce gerçekleşir. Maillard reaksiyon ürünlerinden olan akrilamidin ekmek kabuğundaki oranı daha yüksektir. Tüm bu nedenlerle çalışmamızda poliamin içerikleri ekmek kabuğu ve içinde ayrı analiz edilmiştir. Ekmeklerde iç ve kabuk ağırlıkları tartılarak bir oran elde edilmiş ve bu

oran günlük tüketilen ekmek miktarında poliamin düzeylerinin hesaplanması için kullanılmıştır. Ekmek üretim yöntemlerine göre ekmeğin yapısı, bileşenleri, tat ve aroması değişiklik gösterebilmektedir (92). Besinlerin poliamin içeriklerinin incelendiği araştırmalarda ise ekmeğin poliamin içeriği belirtilirken iç ve kabuk ayrımına gidilmemiş ve poliamin birimleri mg cinsinden olduğu için kıyaslama oran üzerinden yapılmıştır.

6.2 Maya

Ekmek yapımında kullanılan starter kültürlerin ekmek kalitesi üzerinde etkileri vardır. Yapılan bir çalışmada özel bir *S. cerevisiae* ile kültüre edilen beyaz ekmekte endüstriyel *S. cerevisiae* ile üretilene oranla folat içeriğinin 3-5 kez daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (93).

Çalışmamızda sadece klasik fırın ve endüstriyel üretim ekmekler kullanılmıştır. Toplam poliamin düzeyleri (nmol/g) endüstriyel üretim beyaz ekmek içinde $117,14 \pm 12,50$ iken fırın üretiminde $26,11 \pm 20,64$; beyaz ekmek kabuğunda $69,36 \pm 15,62$ iken fırın üretiminde $17,64 \pm 6,87$ olarak tespit edilmiştir. Tam buğday ekmek içinin toplam poliamin miktarı (nmol/g) endüstriyel üretiminde $132,60 \pm 12,36$ iken fırın üretiminde $92,88 \pm 60,43$; tam buğday ekmek kabuğunun endüstriyel üretiminde $50,72 \pm 11,80$ iken fırın üretiminde $27,97 \pm 12,77$ olarak tespit edilmiştir. Çavdar ekmeği içinde ise endüstriyel üretiminde $94,41 \pm 23,82$ iken fırın üretiminde $102,78 \pm 25,11$; çavdar ekmek kabuğunun endüstriyel üretiminde $55,99 \pm 11,37$ iken fırın üretiminde $40,71 \pm 14,05$ olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, fırın üretimi çavdar ekmeği içi hariç, diğer çalışılan tüm ekmeklerin iç ve kabuklarında toplam poliamin miktarları endüstriyel üretim olanlarda fırın üretimi olanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Endüstriyel ekmeklerde en yüksek ve en düşük putresin değerleri sırasıyla çavdar ekmek içi ($21,39 \pm 2,67$) ve beyaz ekmek kabuğu ($10,12 \pm 2,07$); spermidin değeri tam buğday içi ($65,07 \pm 6,18$) ve tam buğday kabuğu ($25,85 \pm 7,46$); spermin değeri tam buğday içi ($48,37 \pm 5,46$) ve tam buğday kabuğu ($14,45 \pm 2,54$) olarak belirlenmiştir.

Farklı tip ekmeklerde poliamin içeriklerinin incelenmesi hedeflenen çalışmamızda; beyaz, tam buğday ve çavdar ekmekleri kullanılmış ve poliamin içerikleri tespit edilmiştir. Sırasıyla beyaz, tam buğday ve çavdar olmak üzere fırın üretimi ekmeklerin iç kısımlarında toplam poliamin düzeyleri (nmol/g) $26,11 \pm 20,64$; $92,88 \pm 60,43$; $102,78 \pm 25,11$, kabuk kısımlarında $17,64 \pm 6,87$; $27,97 \pm 12,77$; $40,71 \pm 14,05$ tespit edilmiştir. Endüstriyel üretimi ekmekleri iç kısımlarında ise $117,14 \pm 12,5$; $132,6 \pm 12,36$; $94,41 \pm 23,82$, kabuk kısımlarında $69,36 \pm 15,62$; $50,72 \pm 11,8$; $55,99 \pm 11,37$ olarak belirlenmiştir. Toplam poliamin miktarı endüstriyel üretim beyaz ve tam buğday ekmeklerin içlerinde fırın üretimi olanlardan daha yüksek, çavdar ekmeğinde ise daha düşük bulunmuştur.

6.3 Bayatlama

Ekmek üretimi sonrasında bekleme süresince bayatlamaya başlar. Mikroorganizmaların etkisi dışında ekmekte gerçekleşen değişimler bayatlama olarak adlandırılır. Bu sırada ekmeğin sertliği ve ekmek içinin ufalanabilirliği artar, ekmek içinin su tutma kapasitesi ve ekmek içinin çözünmüş nişasta miktarı azalır. Ekmeğin kabuğu ve içi bayatlamada farklı davranış gösterirler. Ekmeğin içindeki değişimlerin önemli bir kısmının nişasta retrogradasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Fırından çıkan ekmeğin kuru ve sert görümlü kabuğu, bekleme süresinde havanın nemi ve ekmek içinde bulunan suyun kabuğa difüze olması nedeniyle yumuşar (94). Çalışmamıza dâhil edilen ekmek çeşitleri 4 günlük bekleme süresinde izlenmiş ve poliamin miktarları analiz edilmiştir. Dört gün boyunca bekletilen ekmeklerde 0. ve 4. günlerde yapılan analizlerde toplam poliamin değerleri (nmol/g) fırın üretimi beyaz ekmek içinde $20,40 \pm 22,21$ 'den $83,63 \pm 14,31$ 'e; kabuğunda $15,17 \pm 4,58$ 'den $25,59 \pm 4,13$ 'e; tam buğday ekmek içinde $121,67 \pm 77,35$ 'den $128,97 \pm 36,09$ 'a; kabuğunda $29,00 \pm 14,02$ 'den $32,31 \pm 11,76$ 'ya; çavdar ekmeği içinde $100,44 \pm 28,02$ 'den $113,65 \pm 24,30$ 'a; kabuğunda $34,10 \pm 14,78$ 'den $26,61 \pm 13,11$ 'e değişmiştir. Endüstriyel üretilen ekmeklerde toplam poliamin değerleri (nmol/g) ise beyaz ekmek içinde $117,14 \pm 12,50$ den $194,14 \pm 18,40$ 'e; kabuğunda $69,36 \pm 15,62$ 'den $63,57 \pm 6,11$ 'e; tam buğday ekmek içinde $132,60 \pm 12,36$ 'dan $158,67 \pm 14,56$ 'ya; kabuğunda $50,72 \pm$

11,80'den $59,64 \pm 17,58$ 'e; çavdar ekmeği içinde $94,41 \pm 23,82$ 'den $146,38 \pm 17,62$ 'ye ve kabuğunda $55,99 \pm 11,37$ 'den $57,78 \pm 4,35$ 'e değişmiştir.

Dördüncü gün sonunda fırın üretimi beyaz ekmek içlerinde putresin, spermidin, spermin ve toplam poliamin; ekmek kabuklarında putresin, spermin ve toplam poliamin artışları anlamlı ($p < 0,05$) bulunmuştur. Dördüncü gün sonunda fırın üretimi tam buğday ekmek kabuğunda spermin artışı anlamlı ($p < 0,05$) bulunmuştur. Çavdar ekmek içinde putresin ve toplam pa artışı anlamlı ($p < 0,05$) bulunmuştur. Kabukta spermidin ve toplam poliamin azalışı anlamlı ($p < 0,05$) olmuştur. Sonuç olarak toplam poliamin değerleri fırın üretimi beyaz ekmek kabuğu hariç tüm fırın ve endüstriyel üretim ekmek çeşitlerinin iç ve kabuklarında 4 gün bekleme sonrasında artış göstermiştir.

6.4 Günlük Ekmek Tüketiminden Gelen Poliamin Miktarı

Ülkemizde ekmek en önemli besin maddelerinden biridir ve yaygın olarak tüketilir. TÜBER çalışmasının ekmek tüketim sonuçlarına göre ülkemizde günde 15 yaşından itibaren 202-140 g beyaz ekmek, 11-29 g tam buğday ekmeği/kepekli ekmek tüketilmektedir. Çavdar ekmeği tüketimine ait herhangi bir veri bulunmamaktadır. Çalışmamızdan elde edilen ekmek poliamin içerikleri, TÜBER raporunda belirtilen değerler dikkate alınarak ekmekten alınan günlük poliamin miktarı hesaplanmıştır. TÜBER raporunda ekmek üretim yöntemleri arasında bir farklılık belirtilmemiştir. Bu nedenle çalışmamızda sadece fırın poliamin düzeyleri kullanılmıştır. Buna göre bir birey beyaz ekmekten 421,00 nmol/pors. putresin, 1261,50 nmol/pors. spermidin ve 504,50 nmol/pors. spermin olmak üzere toplam 2188,00 nmol/pors. poliamin almaktadır. Tam buğday ekmeğinden 1684,00 nmol/pors. putresin, 3009,00 nmol/pors. spermidin ve 1349,00 nmol/pors. spermin olmak üzere toplam 6042,50 nmol/pors. poliamin almaktadır. Çavdar ekmeğinden 1177,00 nmol/pors. putresin, 3899,00 nmol/pors. spermidin ve 2098,00 nmol/pors. spermin olmak üzere toplam 7174,50 nmol/pors. poliamin almaktadır.

Türkiye’de sık tüketilen besinlerin poliamin içeriklerinin değerlendirildiği bir çalışmada günlük alınan toplam poliamin miktarının 135899 nmol/kişi/gün olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada Türkiye’de beyaz ekmeğin tüketimi 201,4 g/kişi/gün olarak, tam buğday ekmeğin tüketimi 5,04 g/kişi/gün olarak tespit edilmiştir. Bireylerin günlük beyaz ekmeğin tüketiminde aldığı putresin, spermidin, spermin ve toplam poliamin miktarları ise sırasıyla 0,282; 1,299; 0,624 ve 2,205 mg olduğu belirlenmiştir. Günlük tam buğday tüketiminden ise putresin, spermidin, spermin ve toplam poliamin alım miktarları ise sırasıyla 0,013; 0,090; 0,032 ve 0,135 mg’dır. Bu değer dikkate alındığında, ekmeğin türlerine bağlı olarak, tüm besinlerden alınan poliaminlerin %1,6-5,3’ünün ekmeğinden alındığı gözlenmiştir (2).

Norveç’te 2002 yılında yapılmış bir çalışmada tam buğday ekmeğinin putresin, spermidin ve spermin içeriğinin sırasıyla 39 ± 5 ; 90 ± 10 ; 31 ± 10 nmol/g olarak tespit edilmiştir (95). Bizim araştırmamızda tam buğday ekmeğinin putresin, spermidin ve spermin içeriklerinin sırasıyla 33,68; 60,18; 26,98 nmol/g olduğu belirlenmiştir. İki çalışmada da tam buğday ekmeğinde en çok bulunan poliamin türünün spermidin, en az bulunanın ise spermin olduğu görülmektedir. Putresin ve spermin değerleri birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. Aradaki farklılık ülkelerde yetiştirilen buğdayın yetiştirilme şartlarından, kullanılan buğday unun özelliklerinden ve ekmeğin üretim sürecinden kaynaklanabilir. Farklı araştırmaların incelendiği bir başka çalışmada ise; beyaz ekmeğin ve tam buğday ekmeğinde yine en çok bulunan poliamin türünün spermidin, en az bulunan türün ise putresin olduğu ortaya çıkmıştır (44). Bizim araştırmamızda da beyaz, tam buğday ve çavdar ekmeğin türlerinde en çok bulunan poliamin türünün spermidin olduğu, en az bulunan türün ise tam buğday ekmeğinin hariç putresin olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak; ekmeğinin poliamin içerikleri üretim yöntemlerine, ekmeğin çeşitlerine ve ekmeğinin iç ve kabuk bölgelerine göre farklılık göstermektedir.

6.5 Araştırmanın Kısıtlılıkları

Araştırmamızda fırın üretimi beyaz, tam buğday ve çavdar ekmeğ çeşitlerinden 10'ar örnek kullanılmıştır. Ama endüstriyel ekmeğ çeşitleri tek bir firmadan alındığı için örneklem sayısı fırın üretimine kıyasla daha küçük tutulmuştur.

Ülkemizde çavdar ekmeğ tüketimi ile ilgili herhangi bir veri bulunmamaktadır. Tam buğday ekmeğ tüketimi miktarı tam buğday/kepekli ekmeğ başlığı altında verilmiştir. Bunun yanında yetişkin grubunun beyaz ekmeğ tüketimine ait herhangi bir veri bulunmamaktadır. Bu durum araştırmamıza kısıtlılık getirmiştir. Bu yüzden çavdar ekmeğinin günlük tüketiminden gelen poliamin miktarı ve yetişkin bireylerin beyaz ekmeğ tüketiminden gelen poliamin miktarı hesaplanmamıştır. Tam buğday ekmeğ tüketiminden alınan poliamin miktarı tam buğday/kepekli ekmeğ verileri göz önünden bulundurulularak hesaplanmıştır.

7 SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada farklı ekmek çeşitlerinin içerdikleri poliamin düzeylerinden yola çıkılarak Türkiye’de günlük ekmek tüketimiyle alınan poliamin miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bir porsiyon (50 g) beyaz ekmeğin putresin, spermidin, spermin ve toplam poliamin içerikleri sırasıyla 421 nmol; 1261,50 nmol; 504,50 nmol ve 2188 nmol’dür. Bir porsiyon (50 g) tam buğday ekmeğinin putresin, spermidin, spermin ve toplam poliamin içerikleri sırasıyla 1684 nmol; 3009 nmol; 1349 nmol ve 6042,50 nmol’dür. Bir porsiyon (50 g) çavdar ekmeğinin putresin, spermidin, spermin ve toplam poliamin içerikleri sırasıyla 1177 nmol; 3899 nmol; 2098 nmol ve 7174,50 nmol’dür.

Fırın üretimi beyaz, tam buğday ve çavdar ekmek türlerinin iç ve kabuk kısımlarındaki putresin, spermidin, spermin ve toplam poliamin miktarı arasındaki farkın anlamlı (sırasıyla $p<0,001$; $p<0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Dört gün bekletildikten sonra analiz edilen fırın üretimi beyaz, tam buğday ve çavdar ekmeklerinin toplam poliamin içerikleri arasındaki farkın anlamlı ($p<0,05$) olduğu tespit edilmiştir.

Toplam poliamin değerleri, fırın üretimi çavdar ekmek kabuğu hariç tüm fırın ve endüstriyel üretim ekmek iç ve kabuklarında dört gün bekletme sonucu artmıştır.

Analiz edilen tüm ekmeklerin içlerinde endüstriyel üretim beyaz ekmek içi hariç toplam poliamin düzeyleri kabuklarından daha yüksek bulunmuştur.

Dört gün bekletme sonucu toplam poliamin miktarı çavdar ekme kabuğu hariç fırın üretimi tüm ekme türlerinde artmıştır. Endüstriyel üretim ekmeklerde de beyaz ekme kabuğu hariç tüm ekme türlerine toplam poliamin miktarı artmıştır.

Fırın üretimi beyaz ekme içinde putresin, spermidin, spermin ve toplam poliamin artışı, fırın üretimi beyaz ekme kabuğunda putresin, spermin ve toplam poliamin artışı, fırın üretimi tam buğday ekme kabuğunda spermin artışı, fırın üretimi çavdar ekme içinde putresin ve toplam poliamin artışı, çavdar ekme kabuğunda spermidin ve toplam poliamin azalışı istatistiksel açıdan anlamlı ($p<0,05$) bulunmuştur.

Çavdar ekme içi hariç endüstriyel üretim ekmeklerin iç ve kabuklarında toplam poliamin miktarlarının fırın üretimi ekmeklerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Sonuç olarak ekmeklerin poliamin içerikleri üretim yöntemlerine, ekme çeşitlerine ve ekmeğin iç ve kabuk bölgelerine göre farklılık göstermektedir.

TÜBER-2015 verileri dikkate alındığında göre günlük beyaz ekme tüketiminden 2-3 yaş arası bireyler 2625,6 nmol, 7-10 yaş arası bireyler 5776,32 nmol, 11-14 yaş arası bireyler 7439,2 nmol, 15-17 yaş arası bireyler 8839,52 nmol, 65 yaş ve üzeri bireyler 6126,4 nmol poliamin almaktadır.

Günlük tam buğday ekme tüketiminden ise 2-3 yaş arası bireyler 725,1 nmol, 4-6 yaş arası bireyler 1208,5 nmol, 7-10 yaş arası bireyler 1691,9 nmol, 11-14 yaş arası bireyler 2175,3 nmol, 15-17 yaş arası bireyler 1329,35 nmol, 18-64 yaş arası bireyler 2779,55 nmol, 65 yaş ve üzeri bireyler 3504,65 nmol poliamin almaktadır.

Günlük çavdar tüketim miktarları ile ilgili herhangi bir veri bulunmadığı için günlük çavdar ekmeği tüketiminden gelen poliamin miktarı hesaplanmamıştır.

Günümüzde besinler alınması gereken poliamin miktarı belirlenmemiştir. Dolayısıyla beslenme programları ve diyetler besinlerin poliamin içerikleri dikkate alınarak hazırlanmamaktadır.

Besinlerin ve ülkemizde çok yaygın olarak tüketilen ekmeğin poliamin içeriklerinin belirlenmesi, poliaminlerin katkı sağladığı durumlarda diyetisyenlere besinlerin poliamin içeriklerini dikkate alarak beslenme programlarını düzenlemelerini sağlayacaktır. Gerçekleştirdiğimiz bu çalışma bu konuda yapılacak yeni araştırmalar için başlangıç noktasını oluşturmaktadır.



8 KAYNAKLAR

1. Wallace HM. The polyamines: past, present and future. *Essays Biochem.* 46;1-9, 2009.
2. Büyüksulu N, Hızlı H, Esin K, Garipağaoğlu M. A cross-sectional study: nutritional polyamines in frequently consumed foods of the turkish population. *Foods.* 3(4);541-57, 2014.
3. Kalač P. Health effects and occurrence of dietary polyamines: A review for the period 2005–mid 2013. *Food Chem.* 161;27-39, 2014.
4. Kalač P, Krausová P. A review of dietary polyamines: Formation, implications for growth and health and occurrence in foods. *Food Chem.* 90(1-2);219-30, 2005.
5. Zoumas-Morse C, Rock CL, Quintana EL, Neuhouser ML, Gerner EW, Meyskens FL. Development of a Polyamine Database for Assessing Dietary Intake. *J Am Diet Assoc.* 107(6);1024-27, 2007.
6. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması 2010: Beslenme Durumu ve Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi Sonuç Raporu. T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Araştırmaları Genel Müdürlüğü, T.C. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 931. Ankara. 2014.
7. Belitz HD, Grosch W, Schieberle P. *Cereals and cereal products.* Food Chem, p. 670-742, Heidelberg: Springer, 2009.
8. O'Connor A. An overview of the role of bread in the UK Diet. *Nutr Bull.* 37(3);193-212, 2012.
9. McKeivith B. Nutritional aspects of cereals. *Nutr Bull.* 29(2);111-42, 2004.
10. Edwards W. *The Science of Bakery Products.* Royal Society of Chemistry, p. 28-31, Cambridge, 2007.

11. Sievert D, Hosney RC, Delcour JA. Bread and other baked products. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Weinheim, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2007.
12. Özkaya H. Buğday, Un ve ekmeğin besin değeri ve ekmeğin zenginleştirilmesi. Gıda. 11(3);165-73, 1986.
13. Okarter N, Liu RH. Health benefits of whole grain phytochemicals. Crit Rev Food Sci Nutr. 50(3);193-208, 2010.
14. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği, Resmi Gazete, Tebliğ No: 2012/2, 2012.
15. Ekmekçi Bal Z, Sayılı M, Gözener B. Tokat İli Merkez Ailelerin Ekmek Tüketimleri Üzerine Bir Araştırma. JAFAG. 30(1);61-9, 2013.
16. Baysal A, Beslenme, p. 305-306, Ankara, Hatiboğlu Yayınları, 2012.
17. McCann TH, Homer SH, Øiseth SK, Day L, Newberry M, Regina A, Lundin L. High amylose wheat starch increases the resistance to deformation of wheat flour dough. J Cereal Sci. 79;440-8, 2018.
18. Shewry PR, Hey SJ. The contribution of wheat to human diet and health. Food Energy Secur. 4(3);178-202, 2015.
19. Ortolan F, Steel CJ. Protein characteristics that affect the quality of vital wheat gluten to be used in baking: A review. Compr Rev Food Sci Food Saf. 16(3);369-81, 2017.
20. Song Y, Zheng Q. Dynamic rheological properties of wheat flour dough and proteins. Trends Food Sci Technol. 18(3);132-8, 2007.
21. Gupta RK, Gangoliya SS, Singh NK. Reduction of phytic acid and enhancement of bioavailable micronutrients in food grains. J Food Sci Technol. 52(2);676-84, 2015.

22. Dewettinck K, Van Bockstaele F, Kühne B, Van de Walle D, Courtens TM, Gellynck X. Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. *J Cereal Sci.* 48(2);243-57, 2008.
23. Pareyt B, Finnie SM, Putseys JA, Delcour JA. Lipids in bread making: Sources, interactions, and impact on bread quality. *J Cereal Sci.* 54(3);266-79, 2011.
24. MacRitchie F. Seventy years of research into breadmaking quality. *J Cereal Sci.* 70;123-31, 2016.
25. Yurdatapan S. Türkiye'de ekmek sanayi ve ekmek tüketim eğilimleri: Edirne ili Merkez ilçe örneği. N.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.15-22, Tekirdağ, 2014.
26. Altınel B, Ünal SS. The effects of certain enzymes on the rheology of dough and the quality characteristics of bread prepared from wheat meal. *J Food Sci Technol.* 54(6);1628-37, 2017.
27. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. Resmi Gazete, 2013.
28. Kuter M. İnsan ve ekmek. Bursa Ekmek ve Besin Sanayi Tic. A.Ş. s.13 Bursa, 2011.
29. Couvain S. Technology of bread making, Switzerland, Springer, 2015.
30. Gil A, Ortega RM, Maldonado J. Wholegrain cereals and bread: a duet of the Mediterranean diet for the prevention of chronic diseases. *Public Health Nutr.* 14(12A);2316-22, 2011.
31. Türkiye Beslenme Rehberi TÜBER 2015, T.C. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1031, Ankara 2016.
32. Dewettinck K, Van Bockstaele F, Kühne B, Van de Walle D, Courtens T, Gellynck X. Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. *J Cereal Sci.* 48(2);243-57, 2008.

33. Karl JP, Saltzman E. The Role of whole grains in body weight regulation. *Adv Nutr.* 2012.
34. Varela-Moreiras G, Ruiz E, Valero T, Ávila JM, del Pozo S. The Spanish diet: an update. *Nutr Hosp.* 28(Suppl. 5):13-20, 2013.
35. Heuer T, Krems C, Moon K, Brombach C, Hoffman I. Food consumption of adults in Germany: Results of the German National Nutrition Survey II based on diet history interviews. *Br J Nutr.* 113(10):1603-14, 2015.
36. Bachrach U. The early history of polyamine research. *Plant Physiol Biochem.* 48(7); 490-5, 2010.
37. Jastrzab R, Kaczmarek MT, Nowak M, Trojanowska A, Zabizsak M. Complexes of polyamines and their derivatives as living system active compounds. *Coor Chem Rev.* 351;32-44, 2017.
38. Büyüksulu N. Besinlerin Poliamin İçerikleri. *MÜSBED.* 4(2);105-10, 2014.
39. Ramani D, De Bandt J, Cynober L. Aliphatic polyamines in physiology and diseases. *Clin Nutri.* 33(1);14-22, 2014.
40. Pegg AE. The Function of spermine. *IUBMB Life.* 66(1);8-18, 2014.
41. Thomas T, Thomas TJ. Polyamines in cell growth and cell death: molecular mechanisms and therapeutic applications. *Cell Mol Life Sci.* 58;244-258, 2001.
42. Miller-Fleming L, Olin-Sandoval V, Campbell K, Ralser M. Remaining Mysteries of Molecular Biology: The Role of polyamines in the cell. *J Mol Biol.* 427(21);3389-3406, 2015.
43. Lefèvre PLC, Palin MF, Murphy BD. Polyamines on the reproductive landscape. *Endoc Rev.* 32(5);694-712, 2011.
44. Ali MA, Poortvliet E, Strömberg R, Yngve A. Polyamines: Total daily intake in adolescents compared to the intake estimated from the Swedish Nutrition Recommendations Objectified (SNO). *Food Nutr Res.* 55; 5455, 2011.

45. Larque E, Sabater-Molina M, Zamora S. Biological significance of dietary polyamines. *Nutrition*. 23(1);87-95, 2007.
46. Igarashi K, Kashiwagi K. Modulation of cellular function by polyamines. *The Int J Biochem Cell Biol*. 42(1);39-51, 2010.
47. Szalai G, Janda K, Darko E, Janda T, Peeva V, Pal M. Comparative analysis of polyamine metabolism in wheat and maize plants. *Plant Physiol Biochem*. 112; 239-50, 2017.
48. Büyüksulu N, Öztürk Rİ. Polyamine Metabolism and Obesity: Polyamine Metabolic Enzymes Involved in Obesity. *Acta Pharm Sci*. 56(2)2018.
49. Murray-Stewart T, Casero Jr. RA. Mammalian Polyamine Catabolism p.61-76. In: Kusano T, Suzuki H, editors. *Polyamines A Universal Molecular Nexus for Growth, Survival, and Specialized Metabolism*, Tokyo: Springer, 2015.
50. Childs AC, Mehta DJ, Gerner EW. Polyamine-dependent gene expression. *Cell Mol Life Sci*. 60(7);1394-1406, 2003.
51. Moinard C, Cynober L, de Bandt JP. Polyamines: metabolism and implications in human diseases. *Clin Nutr*. 24(2);184-197, 2005.
52. Lightfoot HL, Hall J. Endogenous polyamine function—the RNA perspective. *Nucleic Acids Res*. 42(18);11275-90, 2014.
53. Hussain T, Tan B, Ren W, Rahu N, Kalhor DH, Yin Y. Exploring polyamines: Functions in embryo/fetal development. *Animal Nutrition*. 3(1); 7-10, 2017.
54. Zhu YH, Lin G, Dai ZL, Zhou TJ, Yuan TL, Feng CP, Chen F, Wu GY, Wang JJ. Developmental changes in polyamines and autophagic marker levels in normal and growth-restricted fetal pigs. *J Anim. Sci*. 93(7);3503-11, 2015.
55. Kalač P. Recent advances in the research on biological roles of dietary polyamines in man. *J Appl Biomed*. 7;65-74, 2009.

56. Dufour C, Dandriffose G, Forget P, Vermesse F, Romain N, Lepoint P. Spermine and spermidine induce intestinal maturation in the rat. *Gastroenterology*. 95(1);112-6, 1988.
57. Sabater-Molina M, Larque E, Torrella F, Plaza J, Lozano T, Munoz A, Zamora S. Effects of dietary polyamines at physiologic doses in early-weaned piglets. *Nutrition*. 25(9);940-6, 2009.
58. Cheng ZB, Li DF, Xing JJ, Guo XY, Li ZJ. Oral administration of spermine advances intestinal maturation in sucking piglets. *Animal Sciences*.82(5);621-6, 2006.
59. Timmons J, Chang ET, Wang JY, Rao JN. Polyamines and Gut Mucosal Homeostasis. *J Gastroint Dig Syst. (Suppl.7)*, 2012.
60. Deloyer P, Peulen O, Dandrifosse G. Dietary polyamines and non-neoplastic growth and disease. *Eur J Gastroenterol Hepatol*. 13;1027-32, 2001.
61. Kang P, Wang M, Hou Y, Yin Y, Ding B, Zhu H, Liu Y, Qiu Y, Yi D, Wang L, Gong J. Effects of Oral Administration of Spermine on the Development of Small Intestine and Growth Performance of Weaned Pigs. *J Anim Vet Adv*. 11(15);2782-7, 2012.
62. Gómez-Gallego C, Collado CM, Ilo T, Jaakkola UM, Bernal MJ, Periago MJ, Salminen S, Ros G, Frias R. Infant formula supplemented with polyamines alters the intestinal microbiota in neonatal BALB/cOlaHsd mice. *J Nutr Biochem*. 23;1508-13, 2012.
63. Durie BGM, Salmon SE, Russell DH. Polyamines as Markers of Response and Disease Activity in Cancer Chemotherapy. *Cancer Res*. 37(1);221-41, 1977.
64. Löser C, Fölsch UR, Paprotny C, Creutzfeldt W. Polyamines in colorectal cancer. Evaluation of polyamine concentrations in the colon tissue, serum, and urine of 50 patients with colorectal cancer. *Cancer*. 65(4); 958-966, 1990.

65. Soda K. The mechanisms by which polyamines accelerate tumor spread. *J Exp Clin Cancer Res.* 30(1);95, 2011.
66. Uehara N, Shirakawa S, Uchino H, Saeki Y. Elevated contents of spermidine and spermine in the erythrocytes of cancer patients. *Cancer.* 45(1);108-111, 1980.
67. Cipolla B, Bansard JY, Ecalard JP, Moulinoux JP. Treating metastatic castration-resistant prostate cancer with novel polyamine-free oral nutritional supplementation: Phase I study. *BioMedicine.* 3(3);114-119, 2013.
68. Bernard C, François G, Jacques-Philippe M. Polyamine-reduced diet in metastatic hormone-refractory prostate cancer (HRPC) patients. *Biochemical Society Transactions.* 2(6);384-7, 2003.
69. Estebe JP, Degryse C, Rezzadori G, Dimache F, Daccache G, Le Naoures A, Belbachir A, Schoeffler P, Serandour AL. Tolerance and efficacy of a polyamine-deficient diet for the treatment of perioperative pain. *Nutrition.* 36;33-40, 2017.
70. Simmonet G, Laboureyras E, Sergheraert L. Polyamine deficient diet: A nutritional therapy for relieving abnormal and chronic pain. *PharmaNutrition.* 1(4);137-40, 2013.
71. Guerra GP, Rubin MA, Mello CF. Modulation of learning and memory by natural polyamines. *Pharmacol Res.* 112;99-118, 2016.
72. Eisenberg T, Abdellatif M, Schroeder S, Primessnig U, Stekovic S, Pendl T et al. Cardioprotection and lifespan extension by the natural polyamine spermidine. *Nat Med.* 22(12);1428-38, 2016.
73. Eisenberg T, Abdellatif M, Zimmermann A, Schroeder S, Pendl T, Harger A et al. Dietary spermidine for lowering high blood pressure. *Autophagy.* 13(4);767-9, 2017.
74. Madeo F, Eisenberg T, Pietrocola F, Kroemer G. Spermidine in health and disease. *Science.* 359(6374) pii: eaan2788, 2018.

75. Minois N. Molecular basis of the 'anti-aging' effect of spermidine and other natural polyamines - A mini-review. *Gerontology*. 60(4);319-26, 2014.
76. Vargas AJ, Wertheim BC, Gerner EW, Thomson CA, Rock CL, Thompson PA. Dietary polyamine intake and risk of colorectal adenomatous polyps. *Am J Clin Nutr*. 96(1);133-41, 2012.
77. Okamoto A, Sugi E, Koizumi Y, Yanagida F, Udaka S. Polyamine Content of Ordinary Foodstuffs and Various Fermented Foods. *Biosci Biotech Biochem*. 61(9);1582-84, 1997.
78. Bardócz S. Polyamines in food and their consequences for food quality and human health. *Trends Food Sci Technol*. 6(10);341-6, 1995.
79. Kalač P, Křížek M, Pelikánová T, Langová M, Veškrna O. Contents of polyamines in selected foods. *Food Chem*. 90(4);561-4, 2005.
80. Nishibori N, Fujihara S, Akatuki T. Amounts of polyamines in foods in Japan and intake by Japanese. *Food Chem*. 100(2);491-7, 2007.
81. Ali MA, Poortvliet E, Strömberg R, Yngve A. Polyamines: total daily intake in adolescents compared to the intake estimated from the Swedish Nutrition Recommendations Objectified (SNO). *Food Nutr Res*. 55; 5455 2011.
82. Soda K, Kano Y, Sakuragi M, Takao K, Lefor A, Konishi F. Long-term oral polyamine intake increases blood polyamine concentrations. *J Nutr Sci Vitaminol*. 55(4);361-6, 2009.
83. Soda K, Mogi S, Shiina M, Kawabata N. The Polyamine content in various foods on a calorie basis. *J J FoodNutri*. 4(1), 2017.
84. Handa AK, Fatima T, Mattoo AK. Polyamines: Bio-Molecules with diverse functions in plant and human health and disease. *Front Chem*. 6(10), 2018.
85. Büyüksulu N, Eröz Erdoğan S. Poliaminler ve kanser; kanserli hastaların beslenmesinde poliaminlerin rolleri. *MÜSBED*. 5(2);123-8, 2015.

86. Pomeranz Y, Carvajal MJ, Hoseney RC, Ward AB. Wheat germ in bread making 1. composition of germ lipids and germ protein fractions. *Cereal Chem.* 47;373-80, 1970.
87. Master M, Hinton MM, J. J. C., Bradbury D. Microscopic structure and composition of the wheat kernel: wheat chemistry and technology, Y. Pomeranz (Ed.) American Association of Cereal Chemistry Incorporated, St Paul, Minnesota, 1978.
88. Cipolla BG, Havouis R, Moulinoux JP. Polyamine contents in current foods: a basis for polyamine reduced diet and a study of its long term observance and tolerance in prostate carcinoma patients. *Amino Acids.* 33(2);203-12, 2007.
89. Ramírez-Jiménez A, Guerra-Hernández E, García-Villanova B. Browning indicators in bread. *J Agric Food Chem.* 48(9); 4176-81, 2000.
90. de la Cueva SP, Seiquer I, Mesias M, Rufián-Henares JA, Delgado-Andrade C. Evaluation of the availability and antioxidant capacity of maillard compounds present in bread crust: Studies in caco-2 cells. *Foods.* 6(1);2017.
91. Michalska A, Amigo-Benavent M, Zieliński H, del Castillo MD. Effect of baking on the formation of MRPs contributing to the overall antioxidant activity of rye bread. *J Cereal Sci.* 48(1);123-32, 2008.
92. Kariluoto S, Vahteristo L, Salovaara H, Katina K, Liukkonen KH, V. Piironen V. Effect of baking method and fermentation on folate content of rye and wheat breads. *Cereal Chem.* 81(1);134-9, 2004.
93. Hjortmo S, Patring J, Jastrebova J, Andlid T. Biofortification of folates in white wheat bread by selection of yeast strain and process. *Int J Food Microbiol.* 127(1-2);32-36, 2008.
94. Gerçekaslan KE, Kotancılar HG, Karaoğlu MM, Ertugay MF. Ekmek bayatlaması ve bayatlama derecesini ölçmede kullanılan yöntemler: II. Gıda/The Journal of Food. 33(1);27-34, 2008.

95. Eliassen K, Ragnhild R, Risøen U, Rønning H. Dietary polyamines, Food Chem. 78;273-280, 2002.



9 ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Ayşe Lamia	Soyadı	ÖZTÜRK
Doğum yeri	Üsküdar	Doğum tarihi	26/02/1994
Uyruğu	TC	TC Kimlik No	
E-mail	lamiaozturk@gmail.com	Tel	05342767929

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora/Uzmanlık		
Yüksek Lisans		
Lisans	İstanbul Medipol Üniversitesi	2016
Lise	Haydarpaşa Lisesi	2012

İş deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (yıl-yıl)

Yabancı Dilleri

	Okuduğunu anlama	Konuşma	Yazma
İngilizce	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Almanca	Zayıf	Zayıf	Zayıf
Fransızca	Zayıf	Zayıf	Zayıf
Arapça	Zayıf	Zayıf	Zayıf
İtalyanca	Zayıf	Zayıf	Zayıf

Çok iyi, iyi, orta, zayıf

Yabancı dil sınav notu

YDS	YÖKDİL	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE
73,75	87,50							

YDS: Yabancı Dil Bilgisi Seviye Tespit Sınavı; YÖKDİL: Yükseköğretim Kurumları Yabancı Dil Sınavı, IELTS: International English Language Testing System; TOEFL IBT: Test of English as a Foreign Language-Internet-Based Test TOEFL PBT: Test of English as a Foreign Language-Paper-Based Test; TOEFL CBT: Test of English as a Foreign Language-Computer-Based Test; FCE: First Certificate in English; CAE: Certificate in Advanced English; CPE: Certificate of Proficiency in English

ALES Puanı

Yıl	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
2017	82,39	84,92	74,95

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
Microsoft Office Word	Çok iyi
Microsoft Office PowerPoint	Çok iyi
Microsoft Office Excel	Çok iyi
Microsoft Office Access	Çok iyi
BEBİS (Beslenme Bilgi Sistemi)	Çok iyi
SPSS (Statistical Package For Social Science)	Çok iyi

Çok iyi, iyi, orta, zayıf