

BIYDER

2023 1(1) 36-43

İnceleme Makalesi / Review Article

## BİYOLOJİK MEMBRAN MUCİZESİ\*

Ömer İrfan KÜFREVOĞLU<sup>1</sup>

### Öz

*Biyolojik membranlar, protein ve lipidlerden ibaret organize yapılar olarak tasarlanmıştır. Membranların lipid bileşenleri; fosfolipidler, glikolipidler, sfingomyelin ve kolesterolden ibarettir. Membran lipidleri bir geçirgenlik engeli olup, hücre birimini ve hücre içi kompartımanlarını oluşturmada görev alırken, proteinler de transport, haberleşme ve enerji dönüşümü gibi spesifik membran fonksiyonlarını yerine getirmekle yükümlüdür.*

*Membranlara yüklenen fonksiyonlar, canlılığın varlığı ve devamı için hayati önemlere sahiptir. Bunlar sayesinde hücreler birimler halinde çevreden ayrılır. Membranlar spesifik moleküler pompa, taşıyıcı ve kanallar aracılığıyla son derece seçici geçirgenlik engelleridir. Böylece hücre içi iyonik ve moleküler bileşim düzenlenmiş olur. Ökaryotik hücreler, mitokondri, kloroplast ve lizozom gibi organelleri sınırlayan hücre içi membranlara da sahiptirler.*

*Biyolojik sistemlerde bulunan iki önemli enerji dönüşümü, son derece düzenli dizilmiş protein ve enzimleri ihtiva eden membran sistemleri tarafından yürütülecek şekilde tasarlanmıştır. Bunlardan kloroplastların iç membranında meydana gelen fotosentez olayında ışık enerjisi kimyasal bağ enerjisine dönüştürülürken, mitokondrilerin iç membranında da redoks potansiyeli oluşturularak oksidatif fosforilasyon adı verilen bir tür pil reaksiyonu ile ATP (adenozin trifosfat) sentezlenir. Her insanda bir günde kilosu kadar ATP bu yolla üretilir. Bu olay sırasında ham madde olan 1 ADP molekülünün mitokondri içine taşınması ve mamul madde olan 1 ATP molekülünün takasla sitozole çıkarılması da ayrı bir mucizedir.*

*Canlıların şuur ve iradeleri karışmaksızın biyolojik membranlarda her an cereyan eden bu mucizevi olaylar, Allah'ın sonsuz kudret ve ilminin tecellileridir.*

**Anahtar kelimeler:** *Biyolojik membran, mitokondri, taşıyıcı protein*

## BIOLOGICAL MEMBRANE MIRACLE

### Abstract

*Biological membranes are designed as organized structures consisting of proteins and lipids. The lipid component of the membranes consists of phosphoglycerides, glycolipids, sphingomyelin and cholesterol. Membrane lipids are a permeability barrier and take part in forming the cell unit and its intracellular compartments, while proteins are responsible for performing specific membrane functions such as transport, communication and energy conversion.*

\* Bu çalışma 19-21 Ekim 2023 tarihleri arasında Bitlis Eren Üniversitesinde düzenlenen VII. Uluslararası Bilimler Işığında Yaratılış Kongresinde sunulan "Biyolojik Membran Mucizesi" başlıklı bildirden türetilmiştir.

<sup>1</sup> Prof. Dr. Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, [okufrevi@atauni.edu.tr](mailto:okufrevi@atauni.edu.tr), ORCID: 0000-0002-1877-3154

*The functions loaded on the membranes are of vital importance for the existence and continuation of life. Thanks to these, cells are separated from the environment in units. Membranes are highly selective barriers to permeability through specific molecular pumps, carriers and channels. Thus, the intracellular ionic and molecular composition is regulated. Eukaryotic cells also have intracellular membranes that limit organelles such as mitochondria, chloroplasts, and lysosomes.*

*Two important energy conversions found in biological systems are designed to be carried out by membrane systems containing highly ordered proteins and enzymes. While light energy is converted into chemical bond energy in the photosynthesis event that occurs in the inner membrane of chloroplasts, ATP (adenosine triphosphate) is synthesized by a kind of battery reaction called oxidative phosphorylation by creating a redox potential in the inner membrane of mitochondria. Each person produces a kilogram of ATP a day in this way. During this event, the transport of 1 ADP molecule, which is a raw material, into the mitochondria and the removal of 1 ATP molecule, which is the finished product, into the cytosol by exchange is another miracle.*

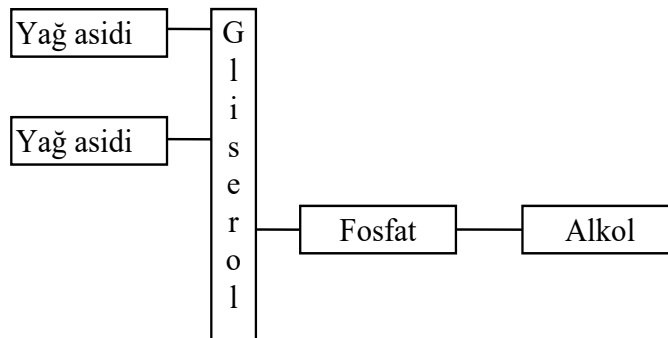
*These miraculous events that take place in our bodies at every moment without our consciousness or our will being interfered with are manifestations of Allah's infinite might and knowledge.*

**Keywords:** *Biological membrane, mitochondria, carrier protein*

## **BİYOLOJİK MEMBRANLARIN YAPISI**

Biyolojik membranlar protein ve lipidlerden ibaret organize yapılar olarak tasarlanmıştır. Membran fonksiyonlarının canlılığın varlığı ve devamı için hayati önemi vardır.

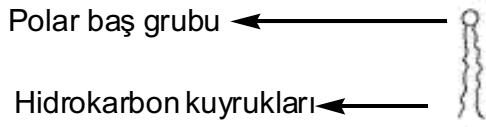
**1.1.Membran lipidleri:** Membranların lipid bileşenleri; fosfogliseridler, glikolipidler, sfingomiyelin ve kolesterolden ibarettir. Bu dört grup lipid birbirlerinden farklı olmasına rağmen çok önemli ortak bir özelliğe sahiptir. Bu da molekül yapılarında bir hidrofilik ve bir de hidrofobik kısmın olmasıdır. Bir fosfogliserid, bir gliserol omurgası, iki yağ asidi ve fosforillenmiş bir alkolden ibarettir (Şekil 1).



**Şekil 1.** Bir fosfogliseridin yapısı.

Bir fosfogliserid molekülünün, mesela fosfatidil kolinin, en kararlı konformasyonunu incelediğimiz zaman yaklaşık dikdörtgen şeklinde olduğunu görürüz. İki yağ asidi zinciri birbirine

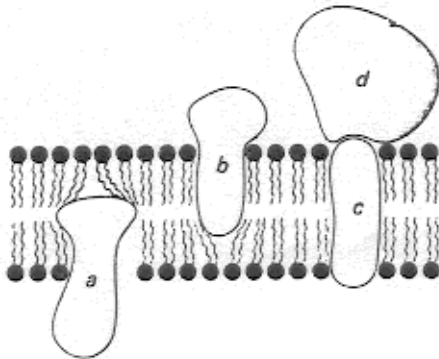
hemen hemen paralel iken, fosforil kolin kısmı da ters yönde yer alır. Sfingomiyelinin de benzer bir konformasyona sahip olduğu görülür. Bir glikolipidin şeker grubu, sfingomiyelinde bulunan fosforil kolinle yaklaşık aynı pozisyonda yer alır. Fosfolipid ve glikolipid molekül konformasyonlarının bu derece benzerliklerden hareketle bu moleküllerin hidrofilik polar baş grubu bir daire, hidrofobik hidrokarbon zincirleri ise dalgalı çizgiler halinde göstermek mümkündür.



Lipid ikili tabakaları, iyon ve birçok polar bileşikler için geçirgen bir ortam değildir. Fakat suyun bu genelleştirmenin sürpriz bir istisnası olduğu düşünülüyordu. Son yıllarda su moleküllerini membrandan taşıyan özel taşıyıcı proteinlerin olduğu bulunmuştur (1).

**1.2.Membran proteinleri:** Membranlara yüklenen dinamik fonksiyonlardan membran proteinleri sorumludur. Membran lipidleri bir geçirgenlik engeli olup, hücre birimini ve hücre içi kompartımanlarını oluştururken, proteinler de transport, haberleşme ve enerji dönüşümü gibi spesifik membran fonksiyonlarında görev alırlar. Membran lipidleri ile aynı zamanda bu proteinlerin görevlerini en verimli şekilde yapabilmeleri için uygun bir ortam sağlanır.

Protein oranları membrandan membrana farklılık gösterir. Mesela, bazı sinir liflerinin etrafında yalıtkanlık görevi yapan miyelin kılıfında protein oranı düşüktür (%18). Çünkü bu iş için lipidler daha uygundur. Bunun yanı sıra, hücrelerin plazma membranları fonksiyonel yönden daha aktiftir ve birçok pompa, kanal, reseptör ve enzimleri ihtiva eder. Dolayısıyla, plazma membranlarının % 50'sini proteinler oluşturur. Enerji dönüşümünün gerçekleştiği mitokondri ve kloroplast iç membranları ise, % 75 civarında protein ihtiva ederler. Sonuç olarak, farklı fonksiyon gören membranların protein miktar ve çeşitleri de farklıdır (1).



**Şekil 2.** Membran proteinleri: a,b,c integral protein; d, periferel protein.

**1.3.Biyolojik membranların akışkan-mozaik modeli:** Biyolojik membranlar statik ve rijid bir yapıya sahip değildirler. Membran lipid ve proteinlerinin, membran düzleminde hızla difüze oldukları gösterilmiştir. Mesela, bir membran proteini yaklaşık bir dakikada birkaç mikron yol alırken, bir lipid molekülü bir bakterinin bir ucundan diğer ucuna bir saniyede varabilmektedir. Membran protein ve lipidlerinin bu difüzyon özelliklerinden yola çıkarak, S.Jonathan Singer ve Garth Nicolson, 1972 yılında, biyolojik membranlar için akışkan-mozaik modelini ileri sürdüler (Şekil 2). Modellerinin temelinde, membranların globuler proteinler ve lipidlerin oluşturduğu iki boyutlu çözeltilerden ibaret olduğu fikri yatar. Membran proteinleri membran düzleminde yana doğru (lateral) difüze olabilir. Fakat membranın bir yüzeyinden diğerine dönmezler, yani, takla hareketi (flip-flop hareketi) yapamazlar (2).

## **2.BİYOLOJİK MEMBRANLARIN FONKSİYONLARI**

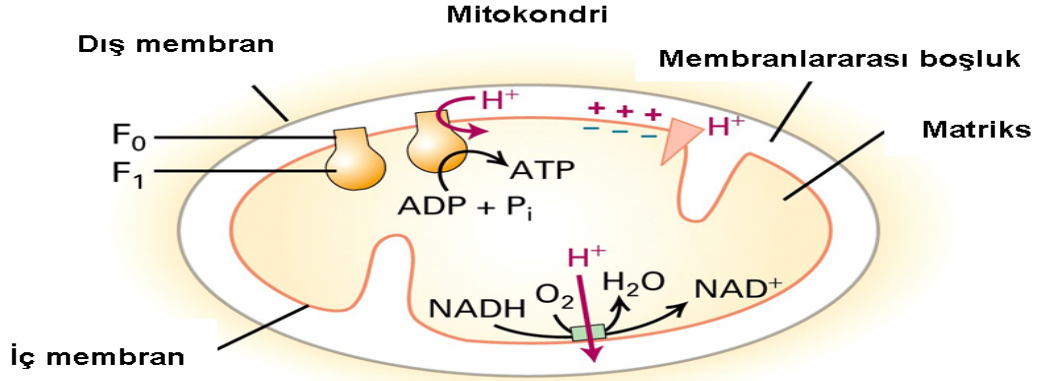
Biyolojik membranlar vasıtasıyla hücreler birimler halinde çevreden ayrılır. Membranlar spesifik moleküler pompa, taşıyıcı ve kanallar aracılığıyla son derece seçici geçirgenlik engelleridir. Böylece hücre içi iyonik ve moleküler bileşim düzenlenmiş olur. Ökaryotik hücreler, mitokondri, kloroplast ve lizozom gibi organelleri sınırlayan hücre içi membranlara da sahiptir.

Membranlar aynı zamanda hücreler ve kendi çevreleri arasındaki bilgi akışında da görevlidirler. Dıştan gelecek uyarıları algılayacak reseptörlere sahiptir. Mesela, bakterilerin gıdalarına doğru hareketleri, hedef hücrelerin insülin gibi hormonlara cevabı ve ışığın algılanması proseslerinde ilk olay, sinyalin membrandaki spesifik bir reseptör tarafından tespit edilmesidir. Bundan başka bazı membranlar kimyasal veya elektriksel sinyaller üretir. Sonuç olarak, membranlar biyolojik haberleşmede önemli rol oynamaktadır.

Biyolojik sistemlerde bulunan iki önemli enerji dönüşümünde, son derece düzenle dizilmiş protein ve enzimleri ihtiva eden membran sistemleri görevlidir. Bunlardan kloroplastların iç membranında meydana gelen fotosentez olayında ışık enerjisi kimyasal bağ enerjisine dönüştürülürken, mitokondrielerin iç membranında da besin maddelerinin oksidasyonu sonucu oksidatif fosforilasyon adı verilen bir olayla ATP (adenozin trifosfat) sentezlenir.

Glikoliz, yağ asitleri oksidasyonu ve sitrik asit devri gibi metabolik olaylarda NADH ve FADH<sub>2</sub> molekülleri oluşur. Bu moleküller her biri yüksek indirgeme potansiyeline sahip olan bir elektron çifti ihtiva eder. Bu elektronlar O<sub>2</sub>'ye aktarıldığı zaman büyük miktarda enerji salınır (yaklaşık 52,6 kcal/mol). Bu enerjinin ATP sentezinde kullanılabilmesi için bir defa da değil de, yavaş yavaş salınması gerekir (**aynen nükleer enerjinin bir anda salınmasıyla atom bombasına, yavaş salınması ile nükleer santrallerde elektrik enerjisine dönüştürülmesi gibi**). NADH ve FADH<sub>2</sub>'deki elektronların O<sub>2</sub>'ye transferinin bir seri elektron taşıyıcıları vasıtasıyla (solunum zinciri veya elektron transport sistemi) gerçekleşir. Bu sırada bir pil reaksiyonu cereyan eder. Oluşan enerji ile protonlar mitokondri matriksinden mitokondrinin iki zarı arasında bulunan bölgeye (intermembran

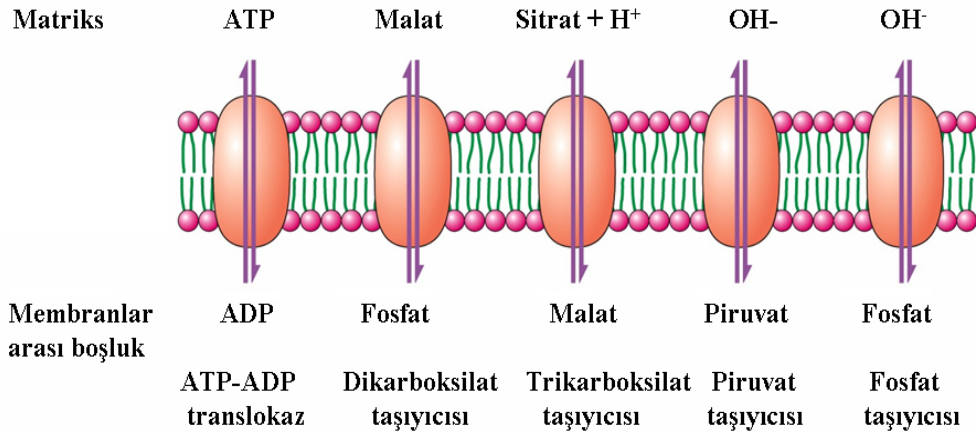
boşluk) pompalanır. Protonlar, üç çeşit elektron transfer kompleksi tarafından pompalanır. Daha sonra bu protonların mitokondri matriksine ATPaz enzimi içinde geri dönerken ATP sentezlenir. Bu şekilde ATP'nin sentezlendiği olaya **oksidatif fosforilasyon** adı verilir (1,2) (Şekil 3).



**Şekil 3.** Oksidatif fosforilasyon'un şematik gösterimi.

ATP (adenozin trifosfat), biyolojik sistemlerde serbest enerjinin depolanma şekline çok ihtiyaç olduğu anda enerjinin acil kaynağı olarak görev görür. ATP, adenosin difosfat (ADP) ve fosfata (Pi) hidrolizlendiği gibi, adenosin monofosfat (AMP) ve pirofosfata (PPi) da parçalanabilir. 1 mol ATP parçalandığında yaklaşık - 7,3 kcal/mol enerji açığa çıkmaktadır. Açığa çıkan bu enerji de biyolojik olayların gerçekleşmesine katkıda bulunur. Termodinamik yönden yürümesi mümkün olmayan reaksiyonlar ATP beraberliğinde mümkün hale gelir. ATP'nin taşıdığı yüksek enerji vesilesiyle reaksiyon dengesi ATP hidroliziyle  $10^8$  kat ürünler lehine kayar. Eğer n molekül ATP hidrolizlense, denge sabiti  $10^{8n}$  defa büyüyecektir. 3 ATP'nin hidrolizlendiği bir reaksiyon dengesi  $10^{24}$  oranında değişecektir. Hücrelerde ATP, oluşumundan sonra birkaç dakika içinde kullanılır. ADP ve ATP arasındaki devir çok hızlıdır. Mesela, istirahat halinde bir insan 24 saat içinde 40 kg ATP kullanır. Eksersiz halinde ise, dakikada 0,5 kg kadar ATP harcar (1).

ATP, ADP ve fosfat (Pi) iç mitokondri zarından serbestçe difüze olamazlar. Bu çok yüklü bileşikler özel taşıyıcı proteinler (ATP-ADP translokaz) tarafından taşınır (Şekil 4). ATP-ADP taşıyıcısı, mitokondri matriksine bir ADP molekülünü taşırken aynı zamanda da bir ATP molekülünü dışarı çıkarmakla görevlidir. Yani, bir takas söz konusudur. **Bu da canlılığın önemli bir mucizesidir. Yani ham madde içeri alınmazsa mamul madde dışarı çıkamaz.** Bu şekilde israf önlenmiş ve maksimum ekonomi prensiplerine göre hareket edilmiş olunur.



Şekil 4. Mitokondri iç membranındaki bazı taşıyıcı proteinler.

### 3.KOLOSTRUM MUCİZESİ

Kolostrum (“ağız sütü” olarak da bilinir) anne memelilerin yeni doğan için doğum yapmadan hemen önce ürettikleri özel bir süttür. Anneler doğumun hemen ardından yeni doğanı bu sütle beslerler ve bu süt yalnızca kısıtlı bir süre (genellikle 3-4 gün) mevcuttur. Kolostrum, bebeği yaşamının ilk birkaç gününde besleyen ve koruyan besinleri yoğun ölçüde içerir.

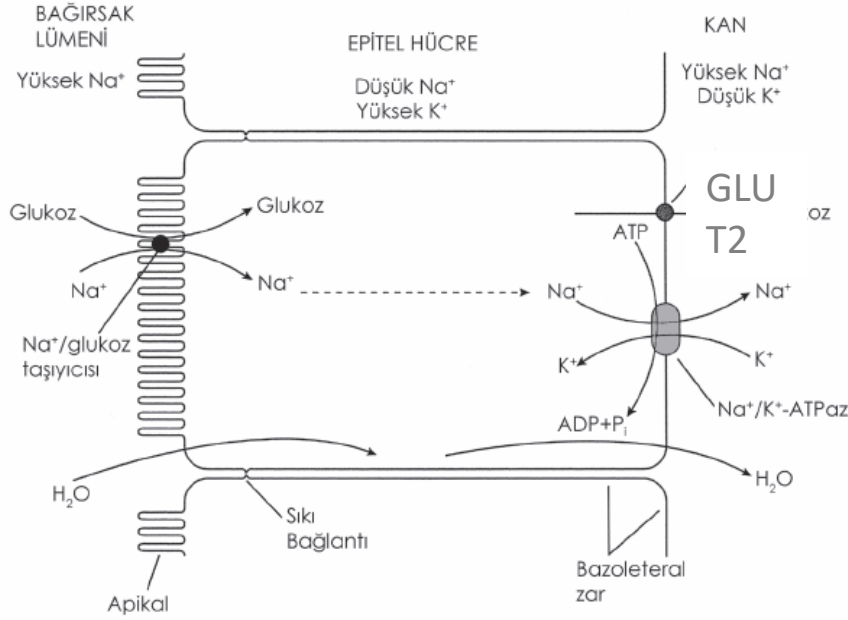
Bağışıklık sisteminin önemli bir bileşeni, aynı zamanda antikorlar olarak bilinen immunoglobulinlerdir. İmmunoglobulinler bakteri ve virüslerin neden olduğu enfeksiyonlara karşı koruma sağlar. İmmunoglobulinlerin, IgG-sınıfı ve IgA-sınıfı gibi birçok farklı tipi bulunmaktadır. Bir insan yavrusu ile bir inek yavrusu bu immunoglobulinleri annelerinden farklı şekillerde alırlar.

Ruminantlarda (geviş getiren hayvanlar) antikorlar plasenta zarını aşp doğrudan fetüse geçemezler. Bu nedenle yavrular doğumu izleyen ilk birkaç saat içerisinde aldıkları kolostrumla bağışıklık kazanırlar. Doğumdan sonraki ilk 24 saat boyunca antikorlar sindirim sisteminden pinositoz yoluyla emilerek alınır. Halbuki normal şartlarda ince bağırsaklar proteinler gibi büyük moleküllere geçirgen değildir. Transport sistemi sonsuz bir kerem sahibi tarafından ihtiyaca göre ayarlanmaktadır. Böylece alınan antikorlar ile doğumdan tam bağışıklık kazanılana kadar geçen sürede yavrulara etkin bir koruma sağlanmış olur. Bu korunma şekline **pasif bağışıklık** denir. Bu dönemde yavrular hastalıklara karşı çok açık durumda olup yüksek risk altındadır (3,4).

### 4.GLUKOZ TAŞIYICILARI

İnsan vücudunda 100-150 bin km, yani dünyanın çevresini 3-4 defa dolaşacak kadar kan damarları mevcuttur. Özellikle kılcal damarlar vasıtasıyla sindirim sonucu kana karışan molekül ve iyonlar hücre içine spesifik reseptörlerle alınırlar. Özellikle glukoz gibi moleküller glukoz taşıyıcıları (GLUT) ile hücre içine alınırlar. Bu taşıyıcı protein ailesinin farklı hücrelerde fonksiyon gören ve

GLUT1' den GLUT14'e kadar isimlendirilen izoformları vardır. D-Glukozun tamamına yakını bağırsaklardan  $\text{Na}^+$  gradientine bağımlı farklı bir taşıyıcı tarafından aktif transportla emilir (Şekil 5). Bu sistem vasıtasıyla normalde difüzyonla geçemeyen glukoz, ATP kullanılarak enerji harcanarak hücre içine alınmaktadır (1).



**Şekil 5.**Bağırsaktan glukozun sekonder aktif transportla emilimi

## 5. GAP JUNCTION KANALLARI

Vücudumuzda kılcal damarların gitmediği yerler bulunmaktadır. Bunlar göz lensi ve bazı kemik hücreleri olarak bilinmektedir. Bu hücreler arasında gap junction adı verilen kanallar vasıtasıyla hücreden hücreye molekül ağırlığı 1000 g/mol'a kadar olan polar moleküller taşınmaktadır. Bu sistemlerde proteinler, nükleik asitler gibi makromoleküller taşınmaz. Yani komşudan komşuya yardımlaşma ile bu hücrelerin gıda ihtiyacı karşılanmaktadır (2).

## 6.SONUÇ

Canlıların şuur ve iradeleri karışmaksızın biyolojik membranlarda her an binlerce benzeri mucizevi olaylar cereyan eder. Denizden bir katre olarak bu derleme makalede anlatılmaya çalışılan mucizevi olaylar, Allah'ın sonsuz kudret, ilim ve rahmetinin tecellileri ve varlığının apaçık delilleridir.

## **KAYNAKLAR**

Keha, E.E., Küfrevioğlu, Ö.İ., Biyokimya, Aktif Yayınevi, Göktuğ Ofset, İstanbul, 14.Baskı, 2022.

Berg, J.M., Tymoczko, J.L., Stryer, L., Biochemistry. W.H. Freeman and Company, New York, USA, 2012.

Fox Patrick F., McGrath Brian A., McSweeney Paul L. H, “Composition and Properties of Bovine Colostrum: A Review, Dairy Science & Technology.” (2016), Volume 96, Number 2, Page 133.

Soliman Ghada Z A, “Comparison of Chemical And Mineral Content of Milk From Human, Cow, Buffalo, Camel And Goat In Egypt.” Egyptian Journal of Hospital Medicine (December 2005), I.S.S.N: 12084 2002–1687. Pages 116-130.