

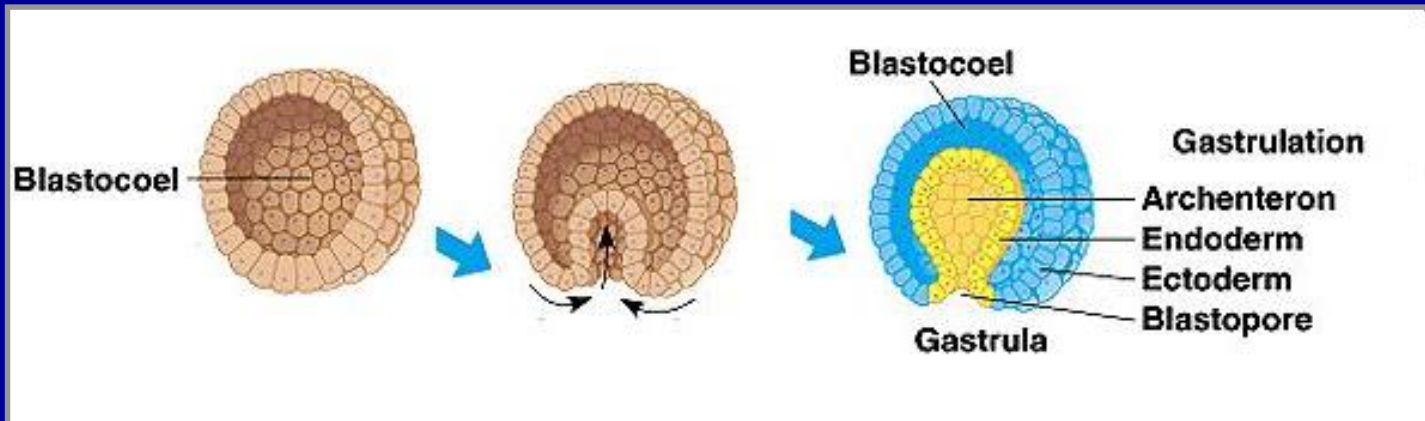


GASTRULASYONUN OLUŞMASI



- Blastula aşamasını takiben embriyoblastı oluşturan iç hücre kitlesi iki tipte farklılaşma göstererek **epiblast** ve **hipoblast** olmak üzere iki yapraklı bir disk şekillenir.
(Bilaminar germ diski)

- Epiblast hücrelerinden ektoderm,
- Hipoblast hücrelerinden endoderm şekillenir.

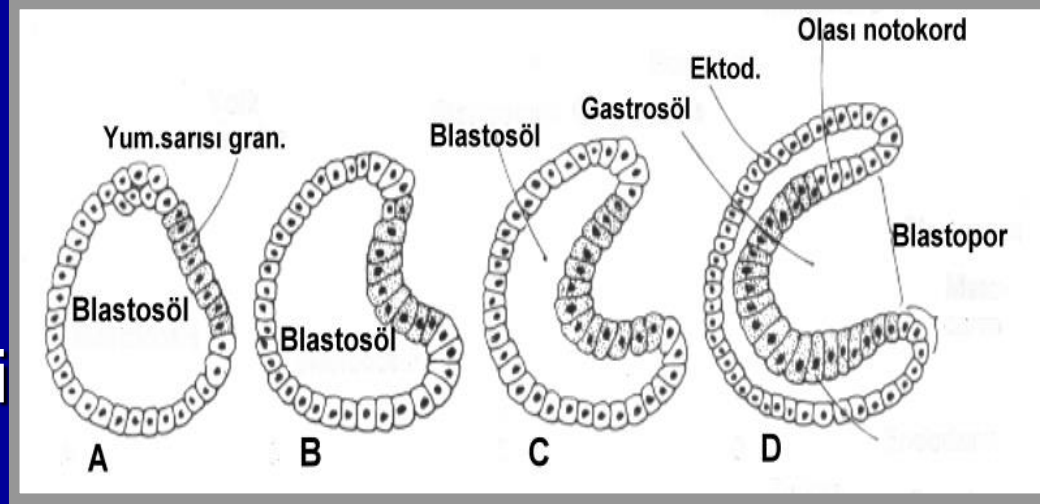


- Ektoderm ile endoderm tabakaları arasında üçüncü bir germ tabakasının oluşması, iki tabakalı embriyonik diskin 3 tabakalı embriyonik diske dönüşüm süreci **gastrulasyon** olarak tanımlanır.
- Gastrula, üç germ yaprağını içeren embriyo taslağına denir.
- Tipik gastrulasyon omurgasızlar ve ilkel omurgalılarda görülür.

Amphioxus Embriyolarında Gastrulasyon

- Blastulanın vejatatif yarımındaki hücreler yavaş yavaş blastosöle doğru kıvrılmaya ve invagine olmaya başlarlar.
- Blastosöl gittikçe küçülür ve blastula mideye benzer bir biçim alır, bu olay **gastrulasyon**, olarak tanımlanır.
- Yeni şekillenen boşluk **gastrocoel** (gastrosöl) ya da **archenteron** (arşenteron)'dur.
- Gastrosöl invaginasyonunun başladığı yerdeki ağız kısmı **blastopor** olarak tanımlanır.

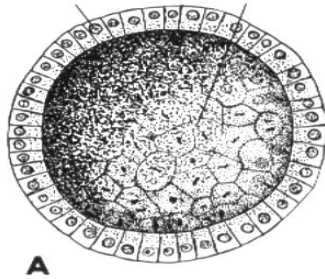
- Blastulanın orijinal tek katlı hücre katmanından iki hücreli katman düzenlenmiş olur.



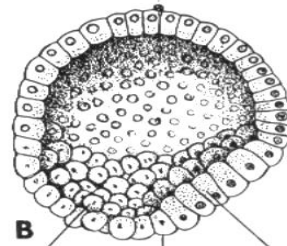
Amphioxus gastrulasyon

- Dış hücre katmanı **ektodermi** oluştururken, iç hücre katmanından **endoderm** meydana gelir.
- Endodermin üst kısımlarındaki hücrelerden de mezoderm hücreleri şekillenir.

Blastoderm Blastosöl



A



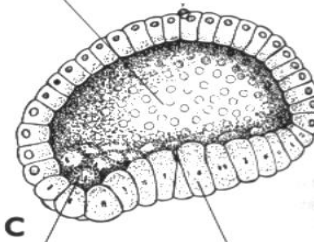
B

Mezo.
hücreler

VK

Olası
endoderm

Blastosöl

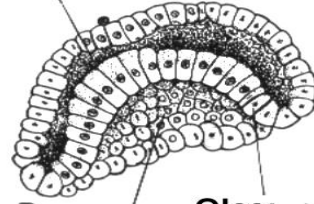


C

Mezo.
hücreler

Olası
endoderm

Blastosöl kalıntısı

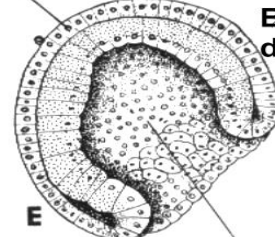


D

Arşent.

Olası
notokord

Ekto.



E

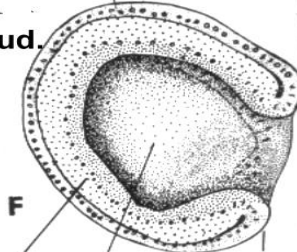
Blasto.
vent.dud.

Arşent.
vent.dud.

Blasto.
dors. dud.

Ekto.

**Blasto.
dors.dud.**

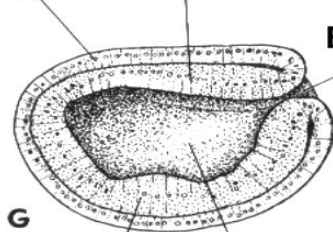


F

Endo. Arşent.

Blasto.
vent.dud.

Ekto. ilk
notokord



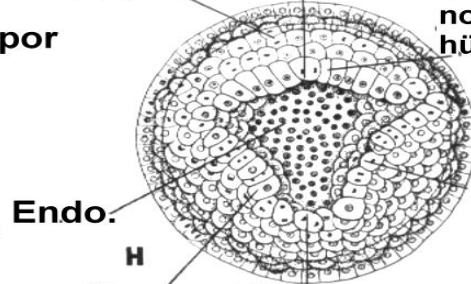
G

Endo.

Arşent.

Blastopor

Olası
nör. plak hüç.



Mezo.

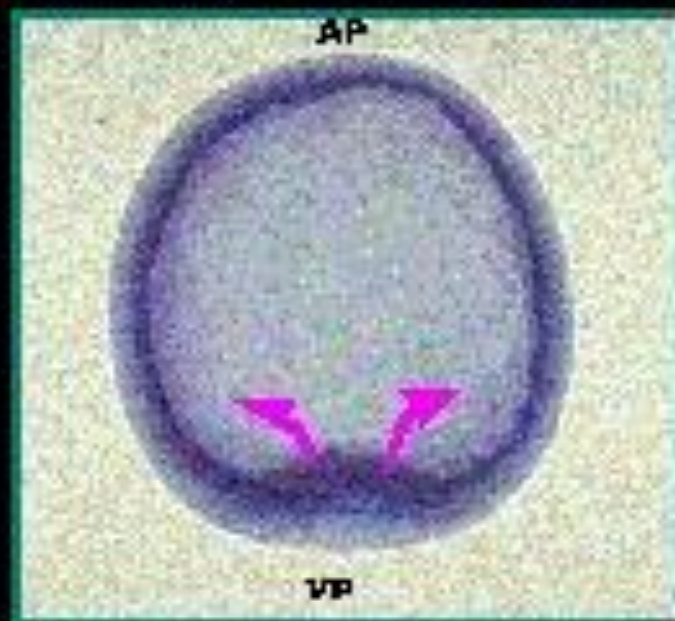
Blasto.
vent.dud.

Olası
notokord
hücreleri

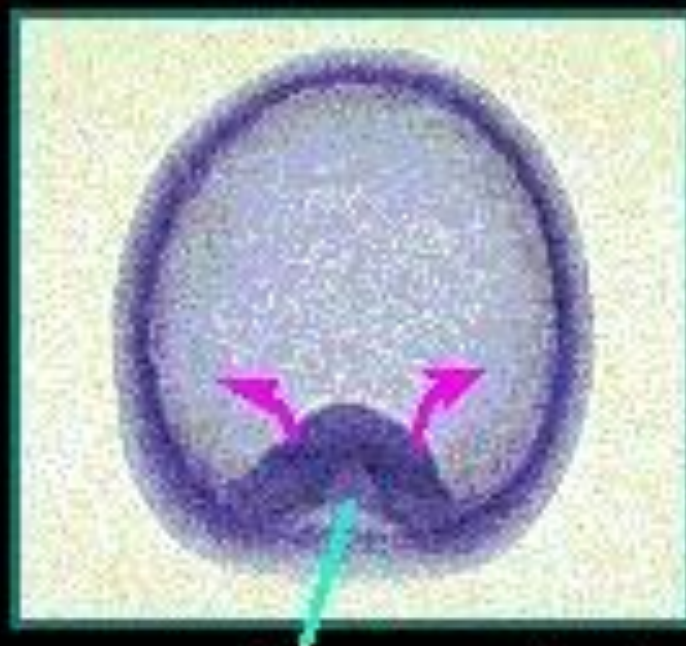
Blasto.
lat.dud.

Amphioxus'ta gastrulasyon (Balinsky'den).

Gastrulation: Microlecithal Embryo



Very Late Blastula
or
Very Early Gastrula



New cavity forms
Early Gastrula

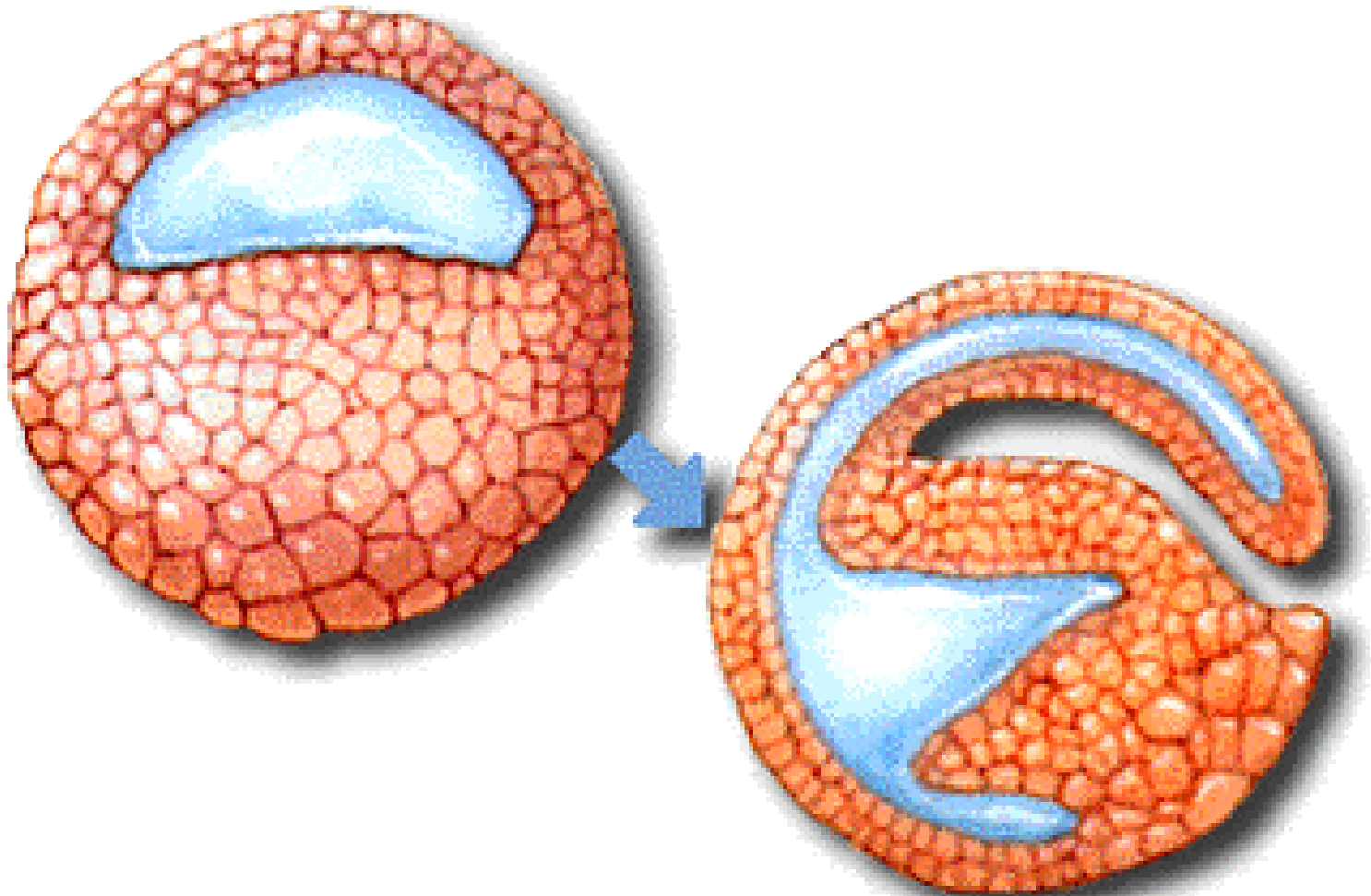
Amfibi (Kurbağa) Embriyolarında Gastrulasyon

- Amfibilerde Amphioxusta olduğu gibi blastulanın invaginasyonu şekillenir.
- Vejetatif yarım vitellustan zengin hücrelerden olduğundan blastosöle doğru invagine olamaz.
- İnvaginasyon animal yarımın vejetatif yarıma karıştığı bölgede blastulanın yan tarafında başlar.
- Vitellustan zengin büyük hücreler blastoporusun ağzında **vitellus tıkaçını** oluştururlar.

- Blastoporun,
 - * ventral kenarındaki hücre kümesi **endodermal hücreleri** şekillendirirken,
 - * vejetatif yarıma ait vitellustan zengin hücrelerden de **vitellus endoderm hücreleri** şekillenir.
- Dorsal dudağın iç kısmındaki hücre grubu kordomesodermi oluşturur.
- Kordomesoderm tabakası altında yayılan endoderm ise gastrosölün tavanını şekillendirecek şekilde yayılır.

- Mezodermal hücre kümeleri dorsal dudağın involusyonu ile şekillenmeye başlar.
- Ventral dudağın iç kısmında da mesodermal hücre kümeleri oluşur.
- İleri dönemlerde arşenteronun tavanındaki mezoderm katmanı, üzerindeki ektodermi indükleyerek sinir hücrelerinin ve sinir sisteminin şekilleneceği **neural plate** (nöyral plak) oluşmasına yol açar.

Gastrulasyon



GASTRULASYON



İRFAN KAYA-2005

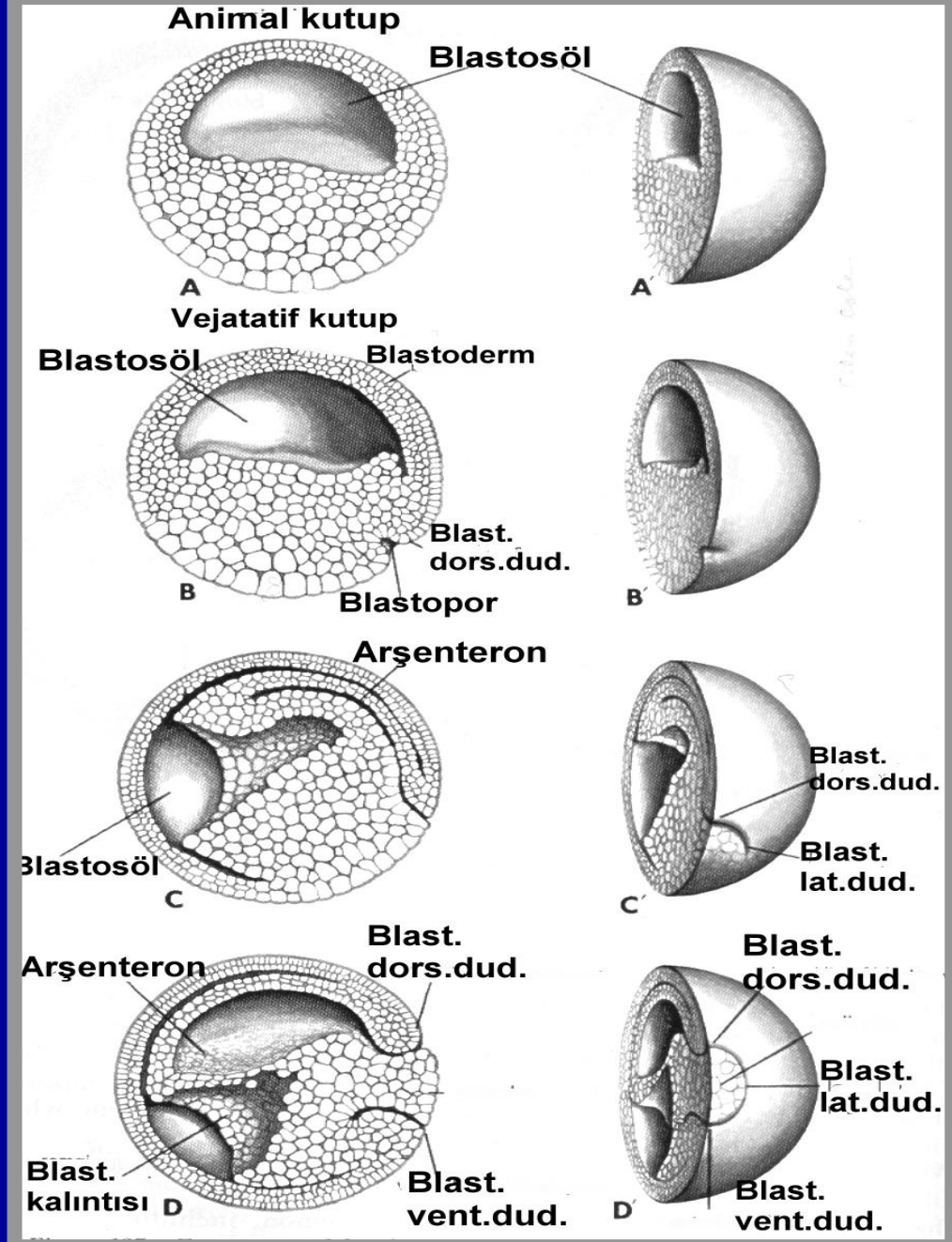
Kurbağa embriyosunda gelişme

A-A'; ileri blastula,

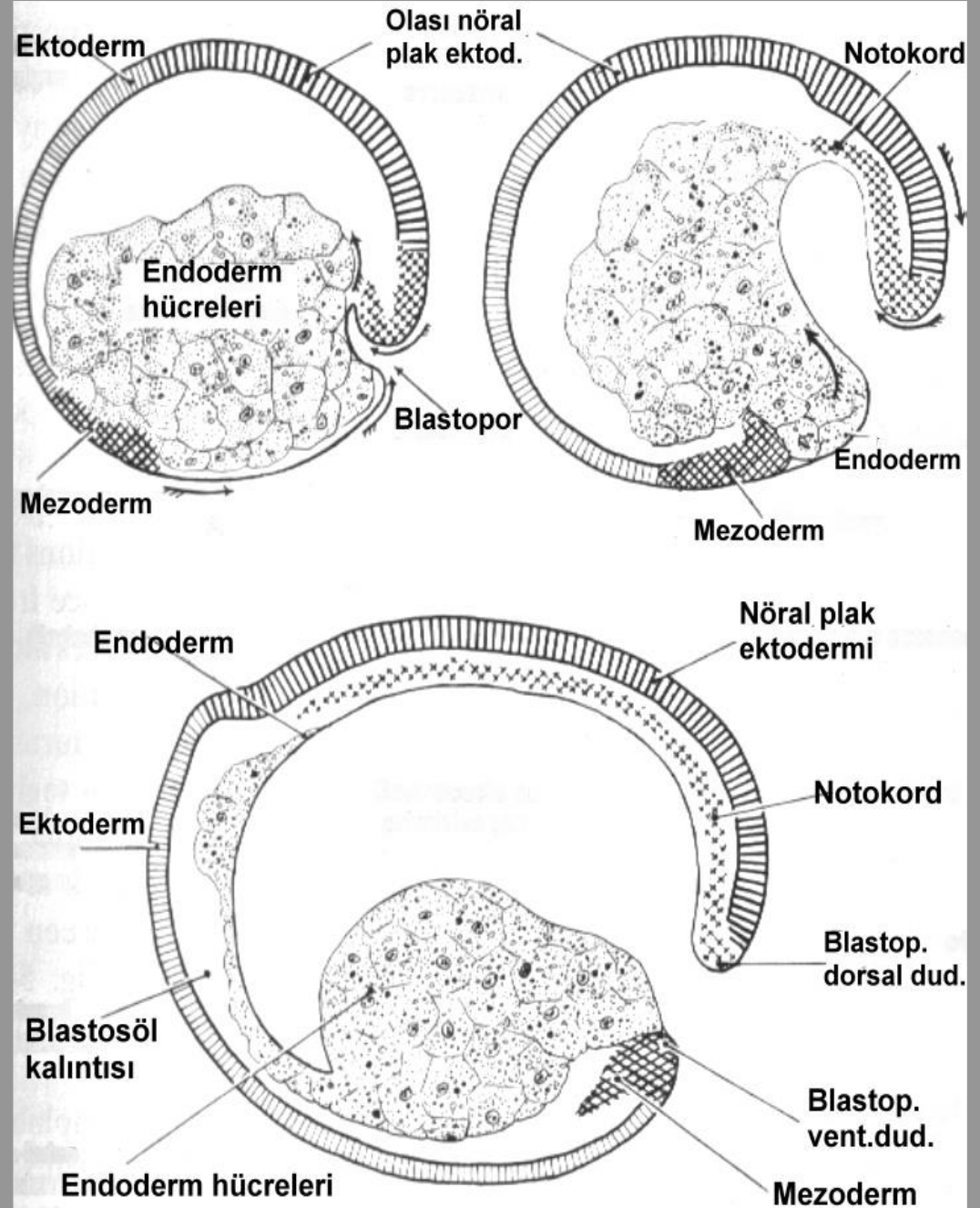
B-B'; gastrulasyon başlangıcı,

C-C'; orta dönem gastrulasyon,

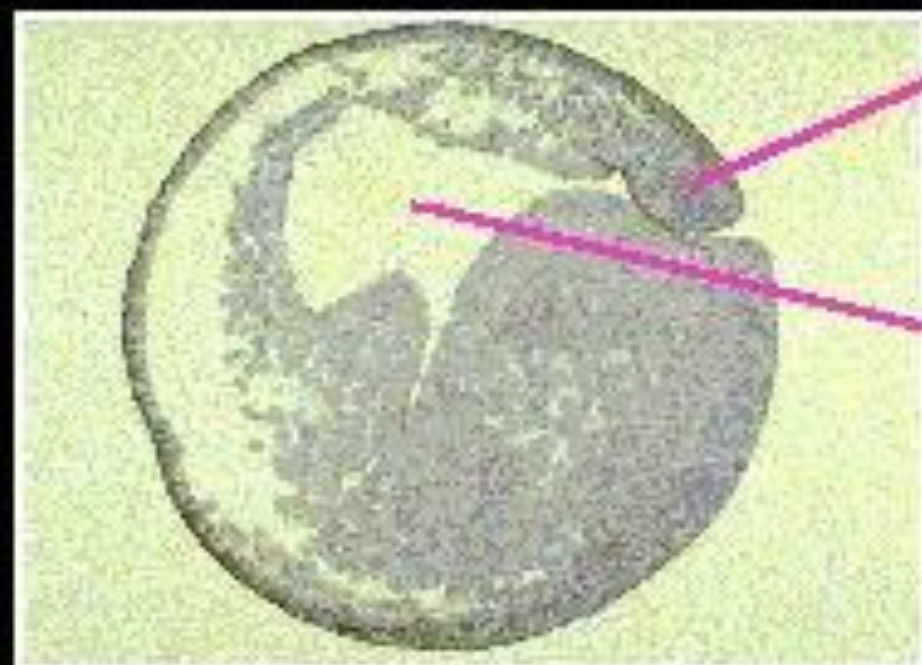
D-D'; İleri gastrulasyon
(Balinsky'den).



*Amfibi - kurbağa
gastrulasyonunda
gelişmeler
(Carlson'dan).*



Gastrulation: Mesolecithal Embryo



Dorsal lip of
blastopore

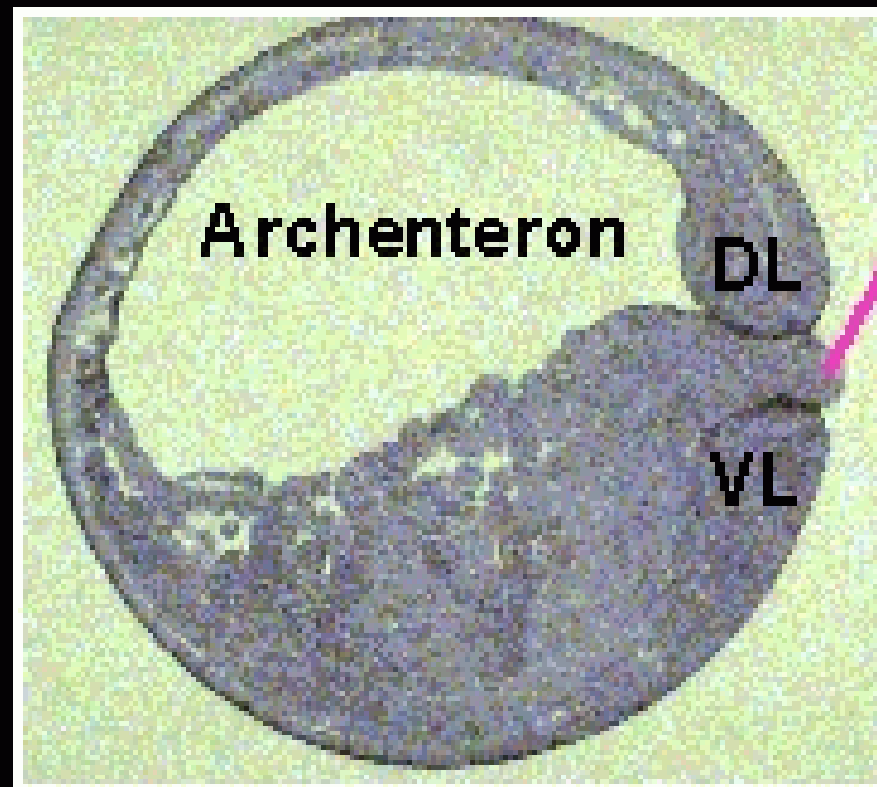
Archenteron

Early Amphibian Gastrula,
Crescent Blastopore Stage: Sagittal Section 19

Gastrulation: Mesolecithal Embryo

Dorsal surface

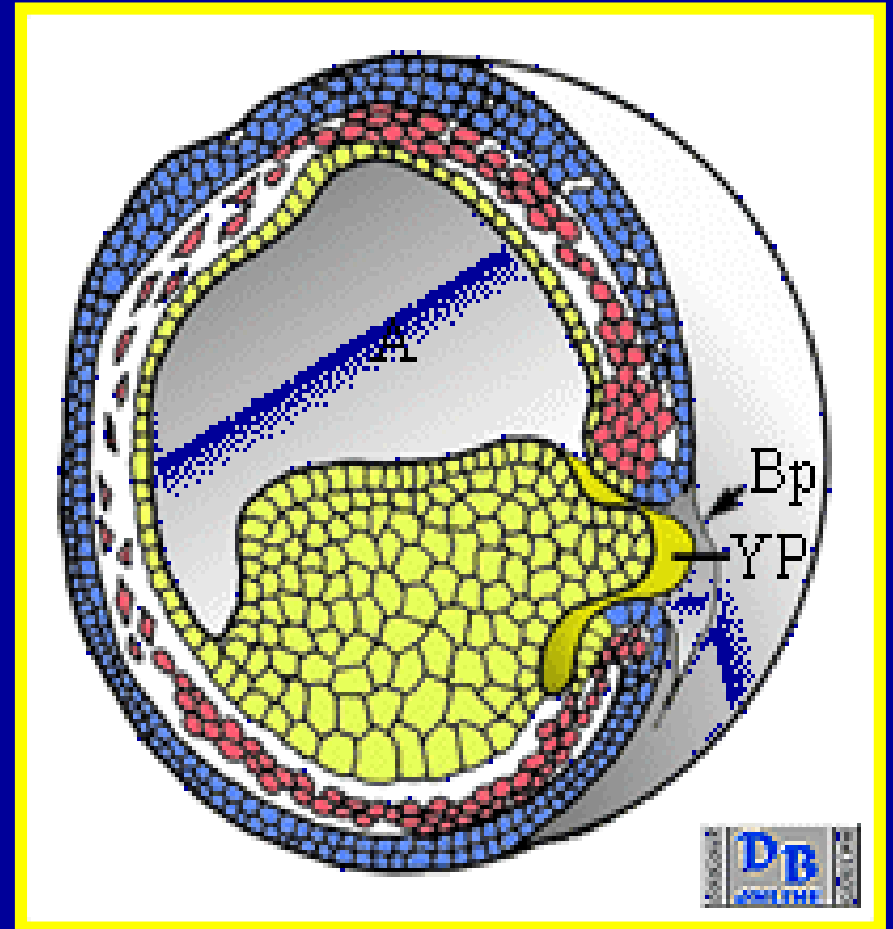
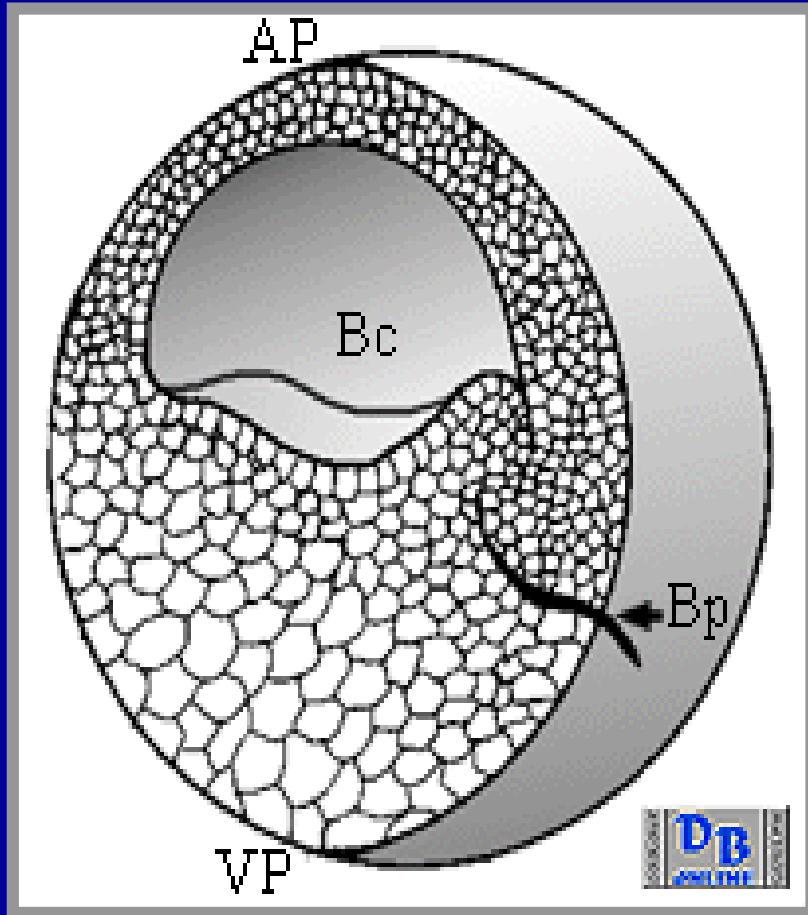
Anterior



Yolk plug

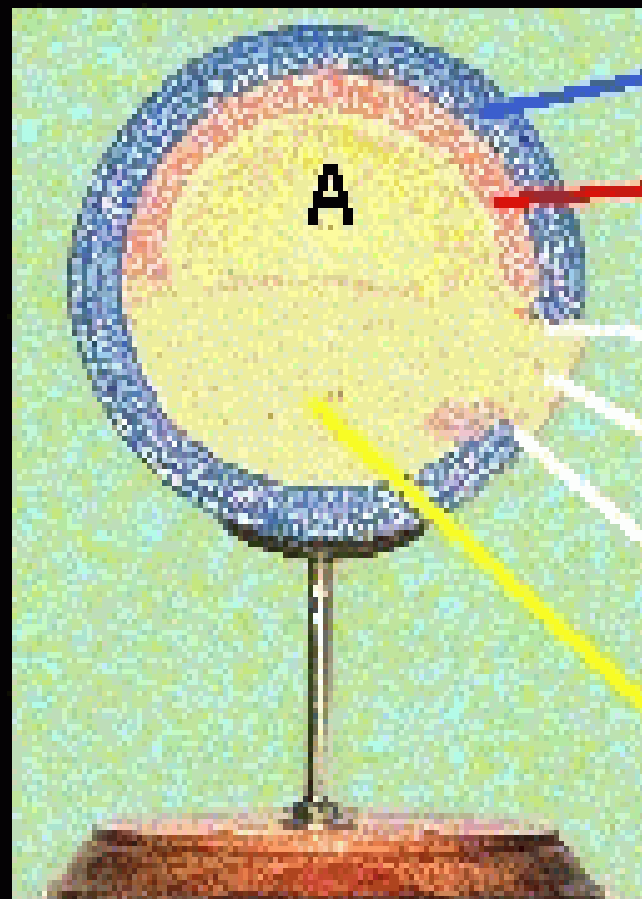
Posterior

Sagittal Section Ventral surface



Kurbağada gastrulasyon

Mesolecithal Embryo: Germ Layers



Ectoderm

Mesoderm

Dorsal lip of blastopore

Yolk plug

Ventral lip of blastopore

Endoderm

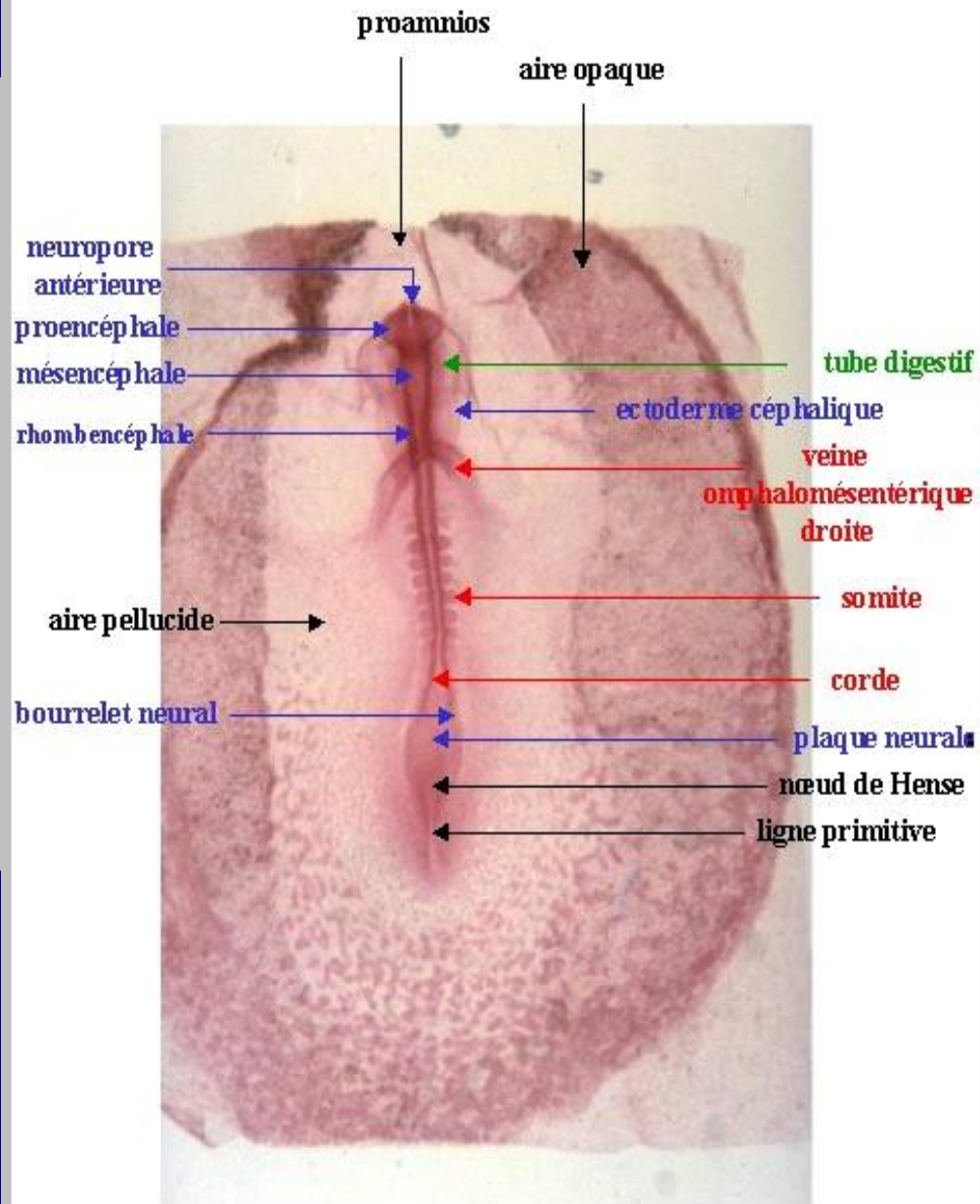
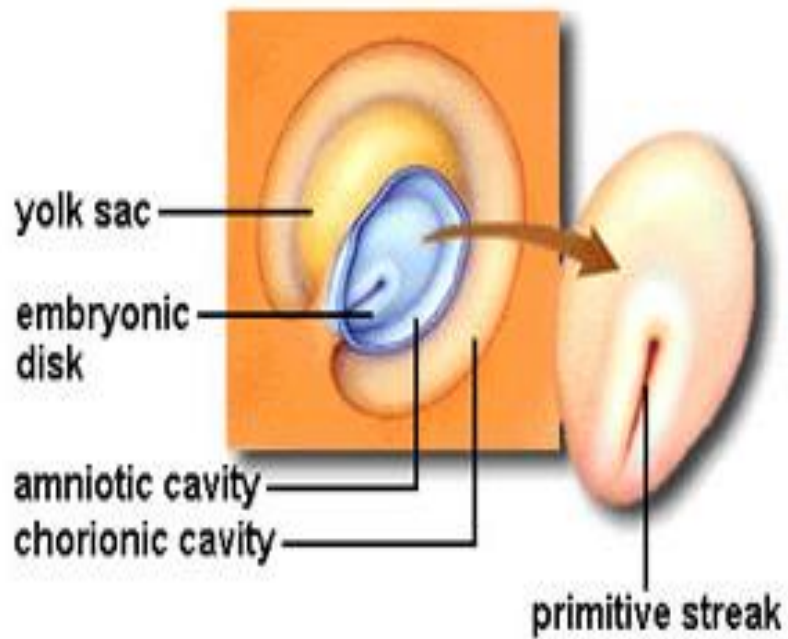
A = archenteron

Model of Frog Gastrula: Sagittal section

Kanatlı Embriyolarında Gastrulasyon

- Memeli ile kanatlı hayvanların gastrulasyonu morfolojik olarak benzerdir.
- Gastrulasyon **hipoblast** tabakasının oluşumundan hemen sonra başlar.
- Kaodaldeki **epiblast** hücreleri orta hat üzerine yayılır.
- Koyu renkli olarak gösterilen bölge epiblast hücrelerinin yığılmasıyla **primitive streak**'i (primitif çizgi) şekillendirir.
- Primitif çizginin ortasında çöküntü derinleşir ve **Sulcus primitivus** (primitif oluk) olarak adlandırılır.

- Epiblast hücreleri hızlıca artarak kaodal orta hat üzerine yığılmaya devam eder ve **Hensen Nodusu** ya da **Nodus primitivus** (primitif düğüm) şekillenir.
- Primitif düğümün ortasında yüzey hücrelerinin invaginasyonu ile **fossa primitivus** (primitif çukur) şekillenir.
- Primitif düğüm notokord uzantısını oluşturmak üzere içeriye doğru sokulur.



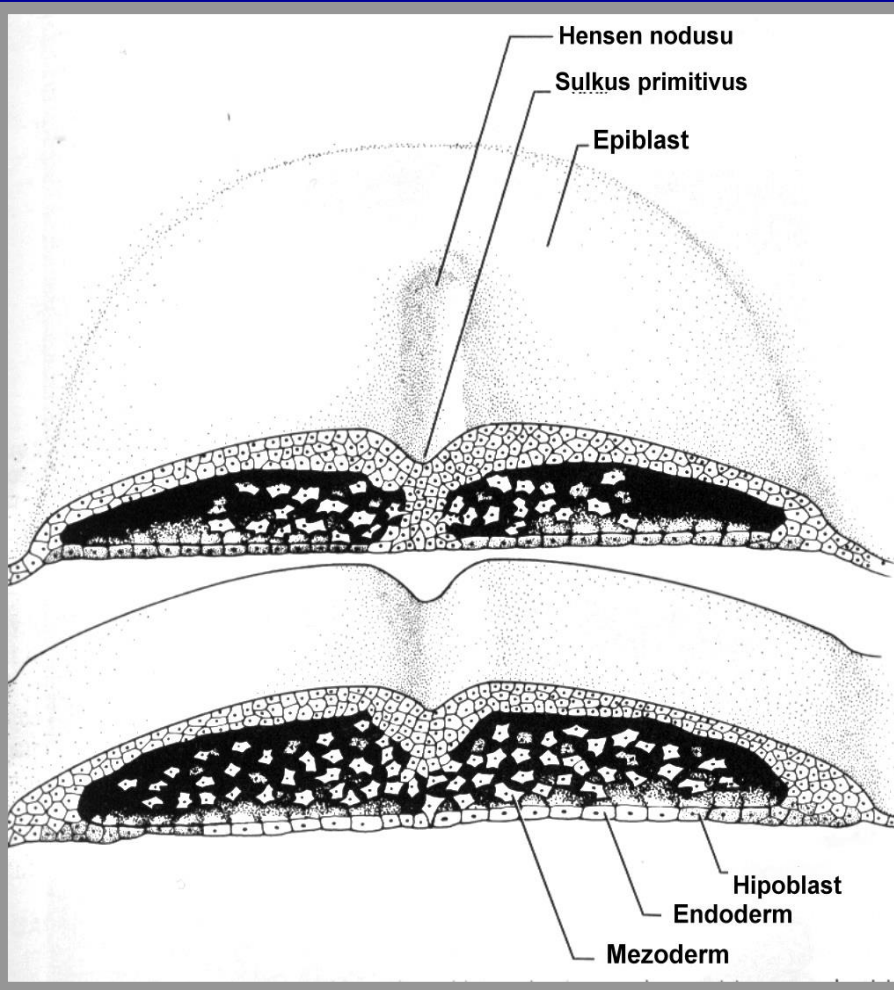
embryon de poulet âgé de 28 heures, *in toto*,
vue générale dorsale.

- Primitif düğümün ön tarafında embriyonun gövdesi, arka tarafında da anüs şekillenir.
- Bu sırada hipoblast hücrelerinden **ekstra embriyonik endoderm** şekillenir.
- Endodermin meydana gelişine **poliinvaginasyon** denir.
- Endodermin oluşmasından sonra bu tabaka ile vitellus kütlesi arasında kalan blastosöl artığı arşenteron (ilk barsak kanalı) adını alır.

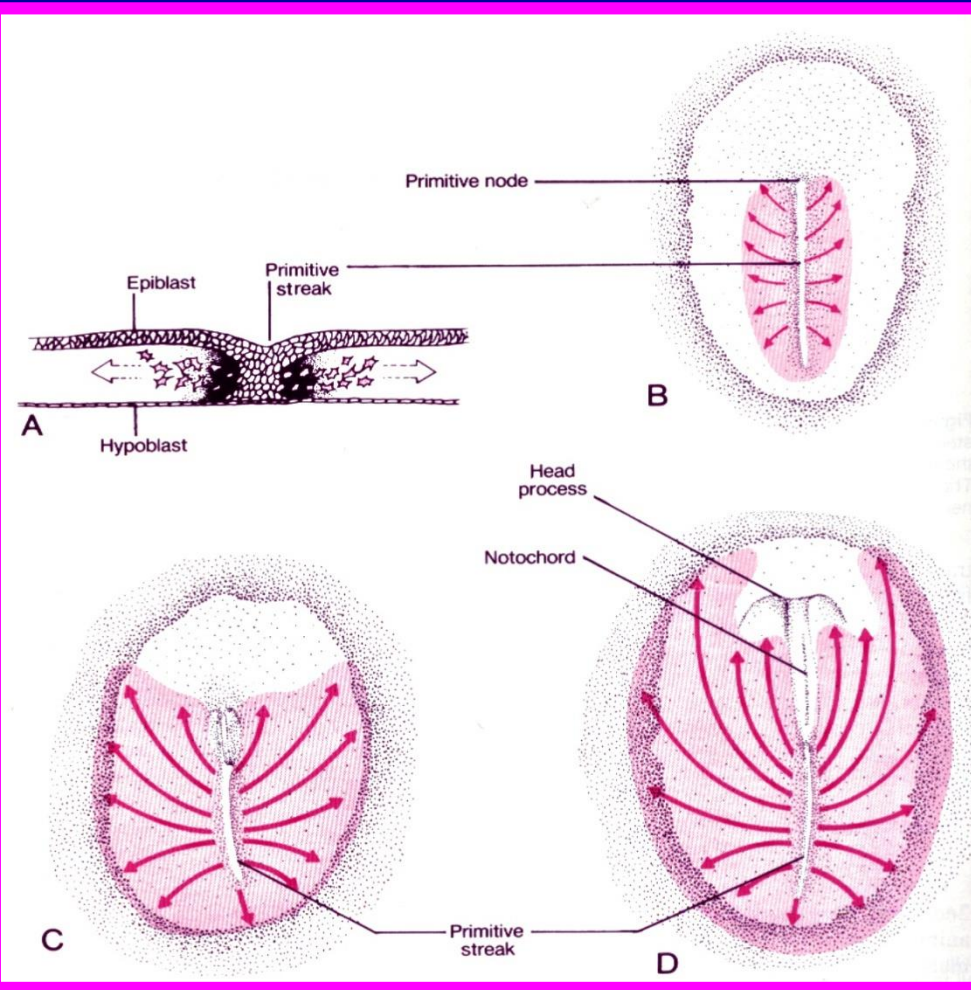
Kanatlılarda gastrosöl şekillenmez.

- Endodermin meydana gelmesinden sonra;
 - * embriyonun gelişeceği disk şeklindeki saha **diskus embriyonalis** adını alır.
- Primitif çizgiyi oluşturan epiblast hücrelerinden ayrılan gevşek mezenşimal hücre popülasyonu epiblast ile endoderm (hipoblast) arasına yayılarak **mezoderm**'i oluşturur.
- Epiblast içinde kalan hücreler de daha sonra **embriyonik ektoderm**'i meydana getirirler.

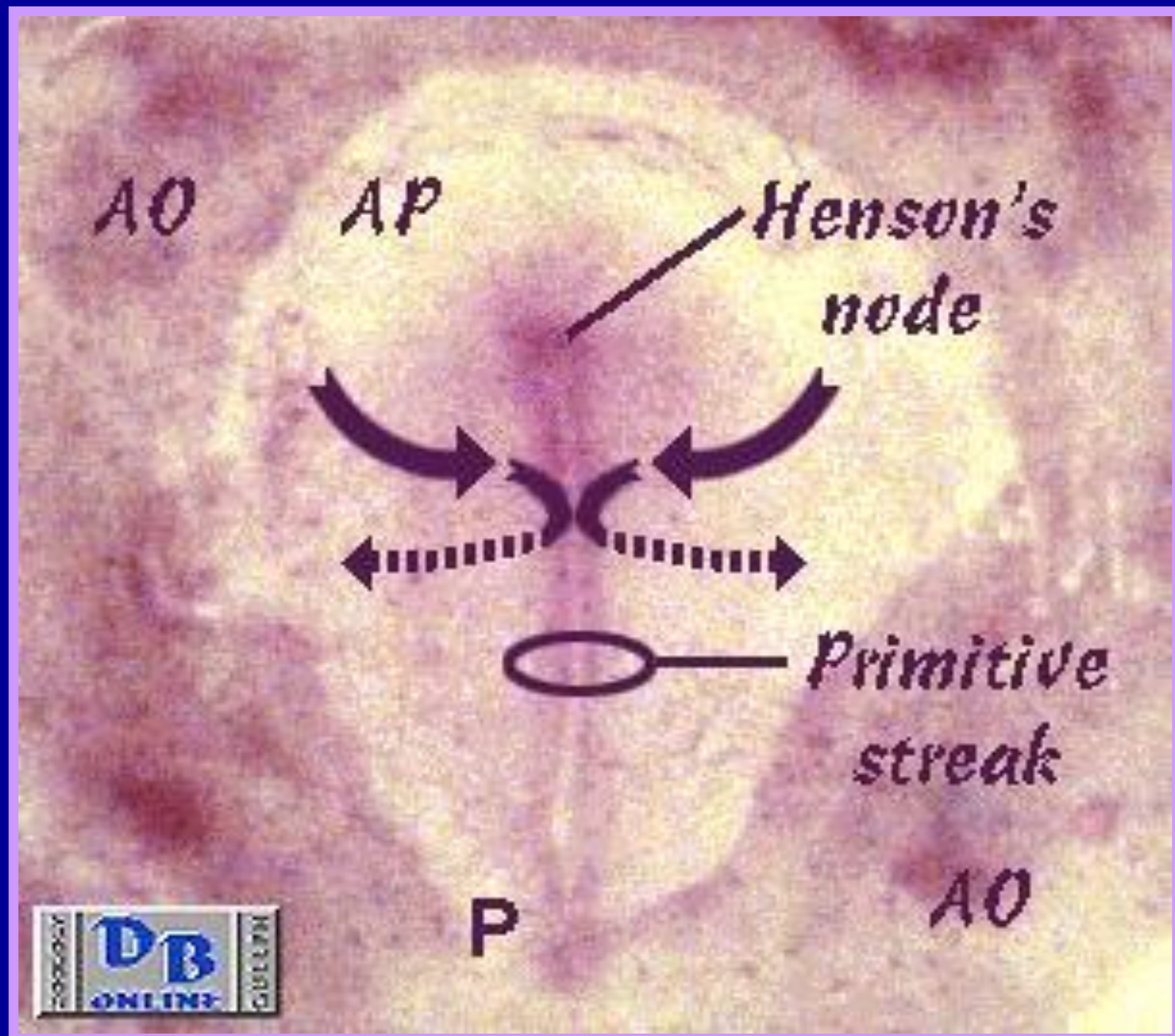
- Hücrelerin bu şekilde içe doğru olan hareketine **invaginasyon** denir.
- Mezenşim hücreleri primitif çizgi bölgesinde, ektoderm hücrelerinden farklılaşırlar.
- Epiblast ve hipoblast hücreleri bilaminar disk oluşturduktan sonra bilaminar disk içindeki boşluk amnion boşluğuna dönüşür.

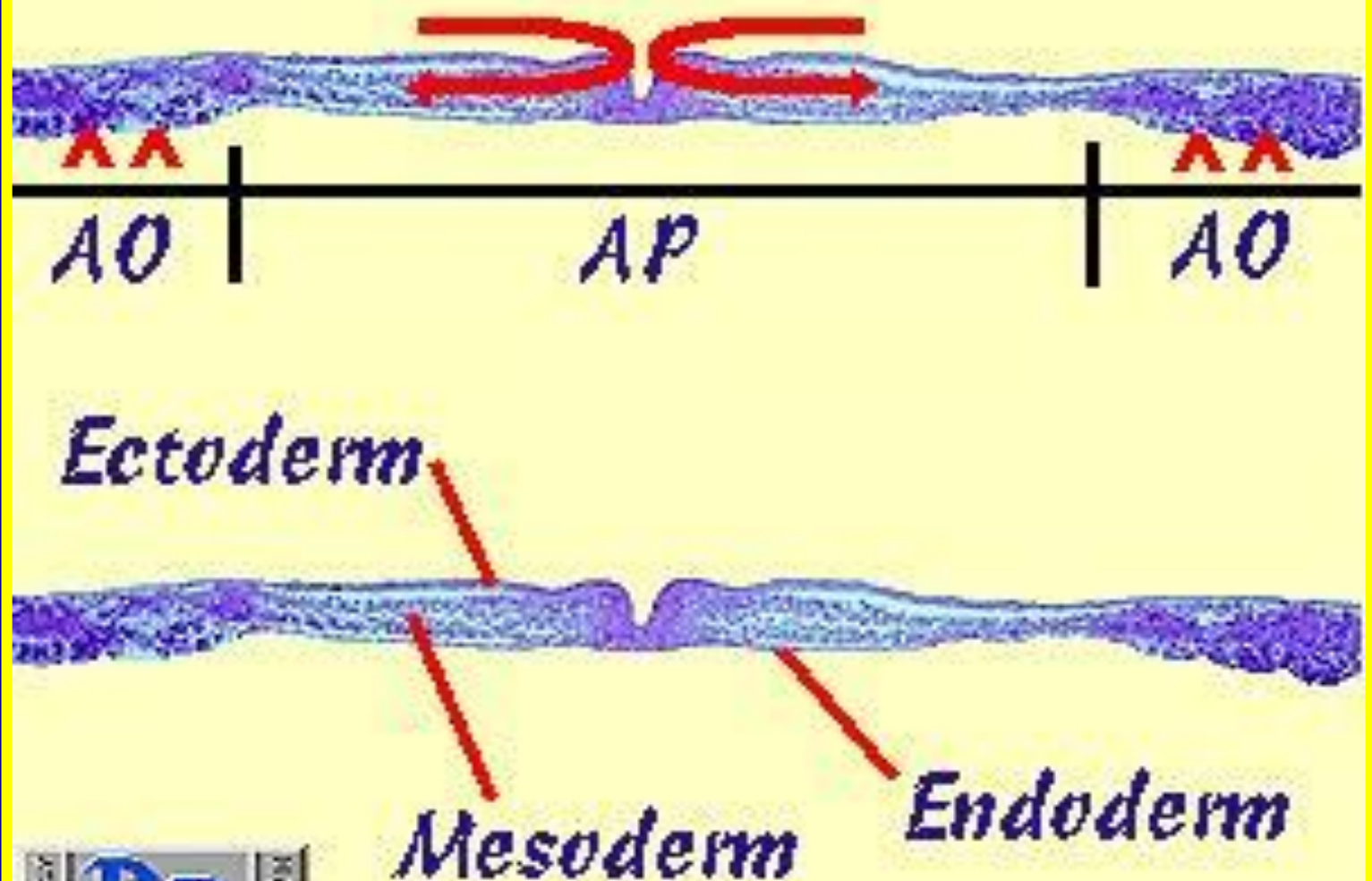


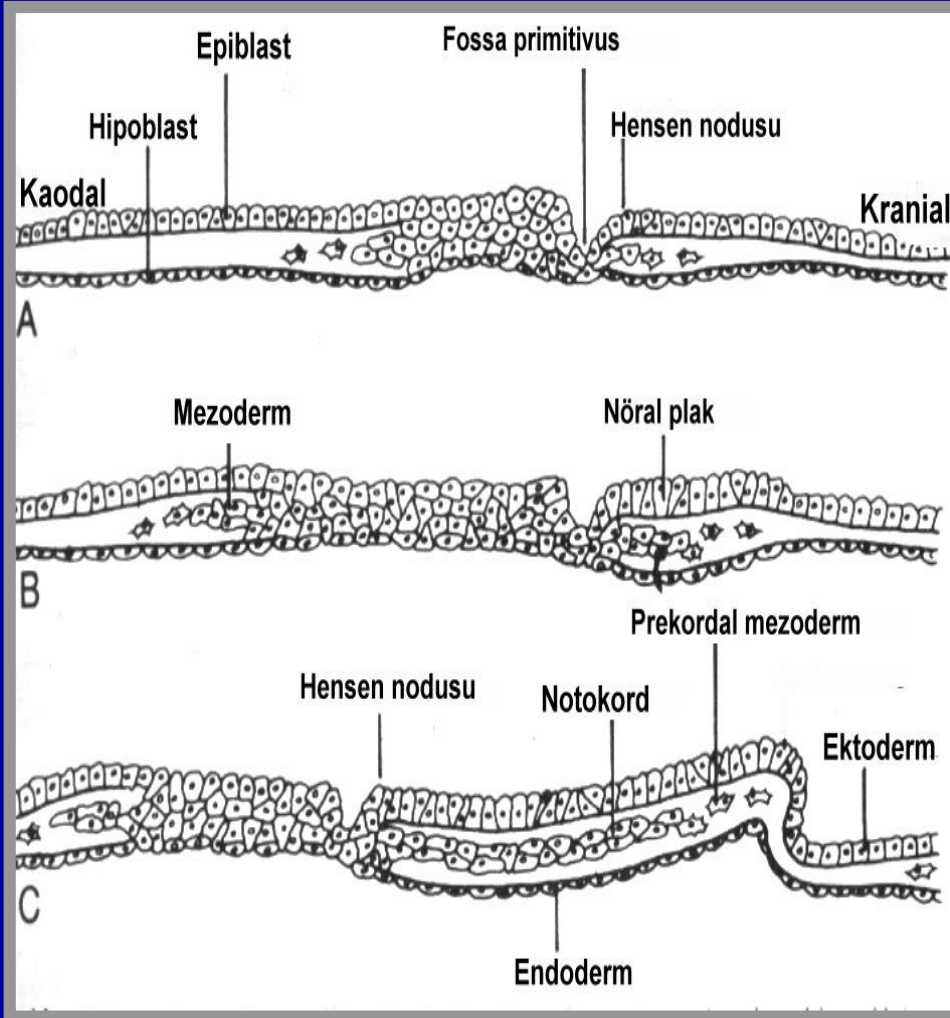
Gastrula aşamasındaki kanatlı embriyosu, oblik yüzey kesiti (Noden'den).



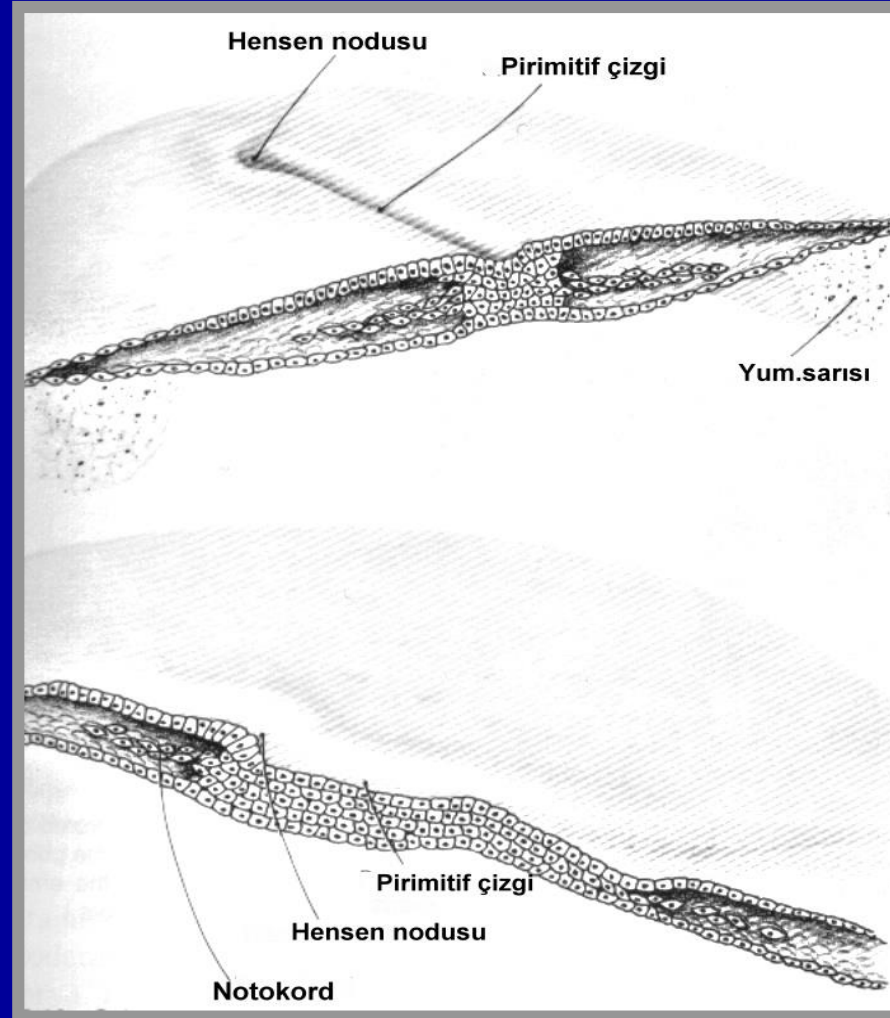
*Gastrula aşamasında pirimitif çizgiden mezodermin yayılması.
A; transversal,
B-D; dorsal görünüm
(Noden'den).*







Kanatlı embriyosunda gastrulasyon. A; erken, B; orta, C; ileri dönemler (Noden'den).



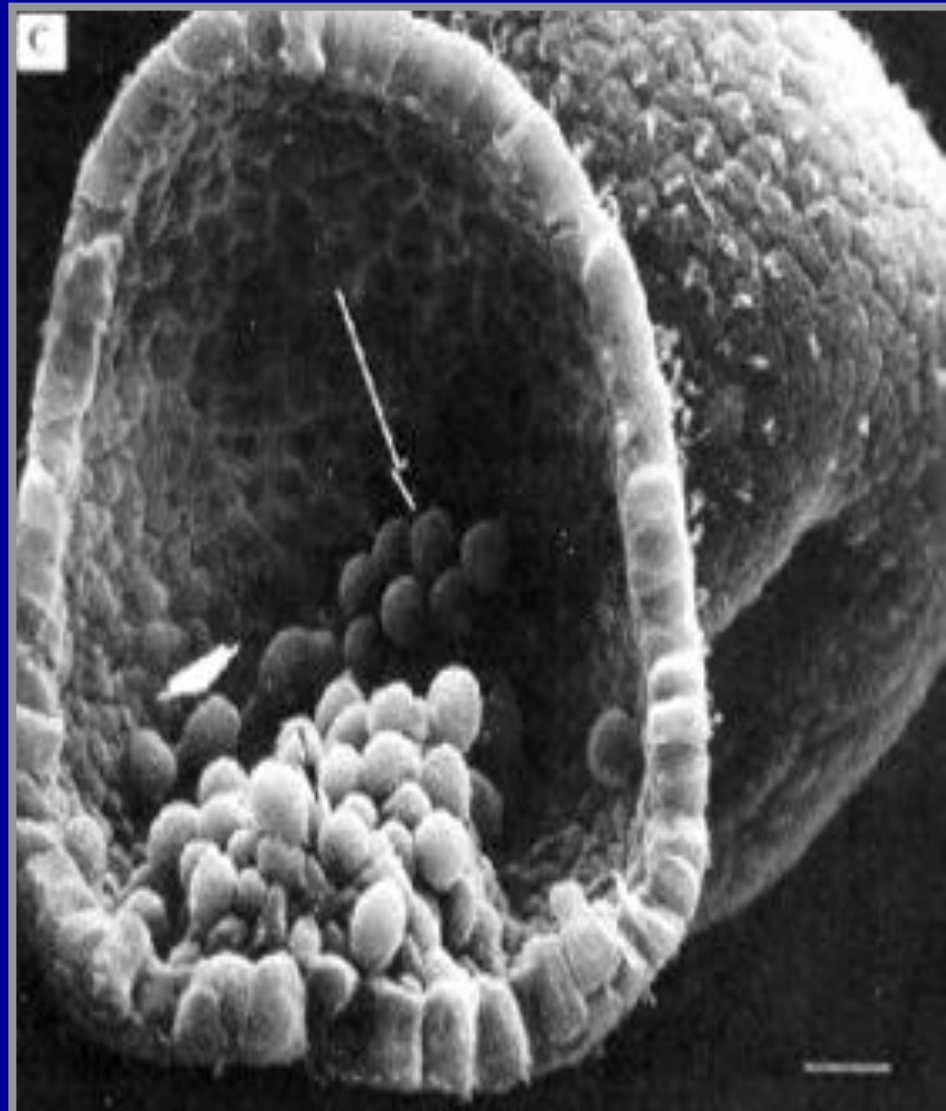
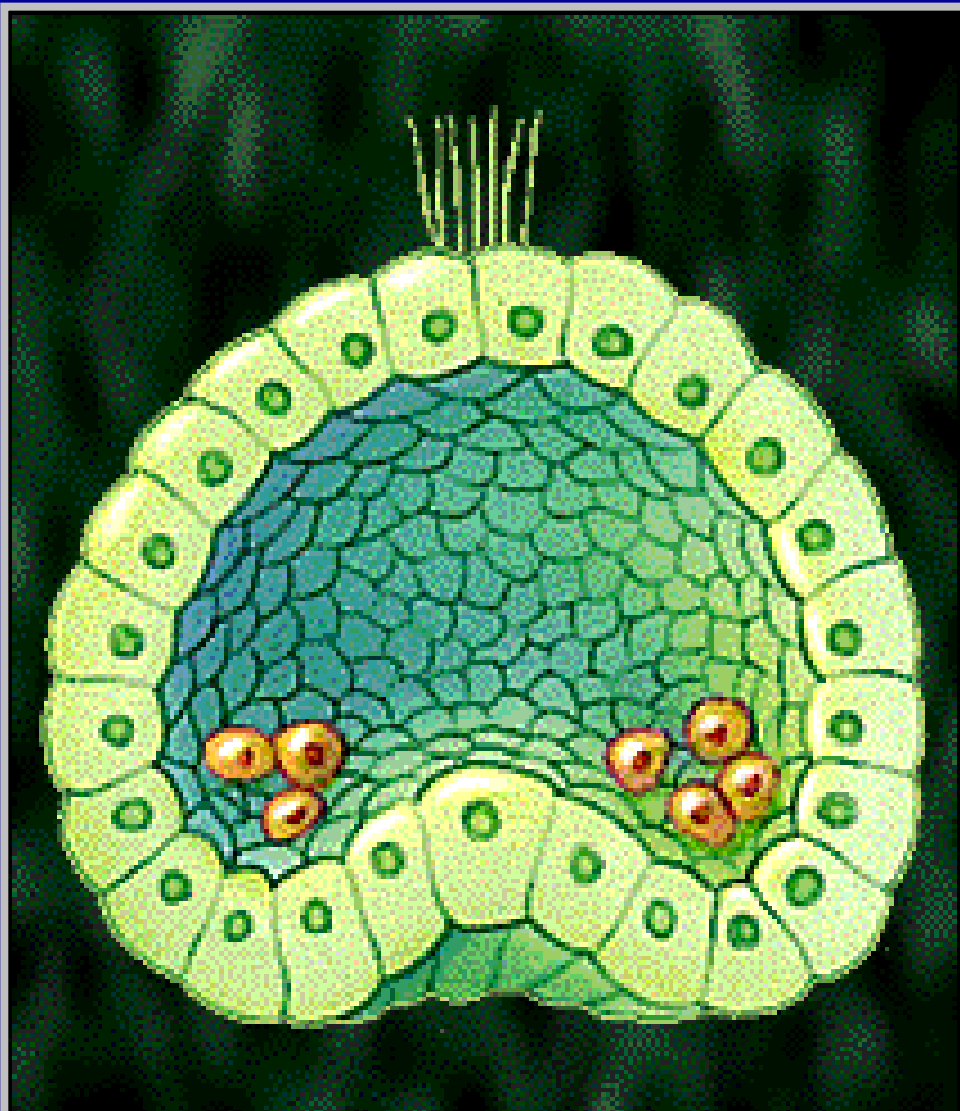
Kanatlı embriyosunda pirimitif çizgi uzamınca endodermal ve mezodermal hücrelerin göçü (Carlson'dan).

Memeli Hayvanlarda Germ Yapraklarının Kökeni

- Evcil hayvanların çoğunda gastrulasyon gebeliğinin ikinci haftası sonunda başlar, deney hayvanlarında birkaç gün önce başlayabilir.
- Memeli hayvan embriyolarında vitellus çok fazla olmamasına rağmen morfogenetik hareketler ve doku oluşumları büyük oranda kanatlı hayvanlarınki ile benzerdir.
- Ancak görünüm olarak farklı olup, animal kutuptan yumru şeklinde bir blastomer topluluğu blastosöle sarkmış durumdadır.

- Bu hücrelere **iç hücre kitlesi-nodus embryonalis**, ya da **embryoblast** adı verilir.
- Embryoblastın dış hücreleri trofoblastları oluşturarak embriyonun uterus mukozasına implantasyonu gerçekleşir.
- Trofoblast hücreleri,
 - * **sitotrofoblast** (iç tabaka) hücre sınırları belirgin
 - * **sinsityotrofoblast** (dış tabaka) hücre sınırları belirsiz
 - * İç hücre kitlesi de **hipoblast** ve **epiblast** tabakalarını oluştururlar (Bilaminar germ diski).

- Bu gelişmeler sonucunda *embriyonik diskin yüzeyinde kalan epiblast hücreleri* *ektodermi* şekillendirir.
- Epiblast içinde beliren küçük boşluk genişleyerek **amnion boşluğuna** dönüşür.
- Sitotrofoblastlara bitişik hücrelere amnioblast denir ve bu hücreler ile kalan epiblast hücreleri amnion boşluğunu çevreler.
- Epiblast katı içinde primitif çizgiyi oluşturan hücrelerden endoderm, mezoderm ve ektoderm şekillenir. Bu olaya kısaca **gastrulasyon** denir.



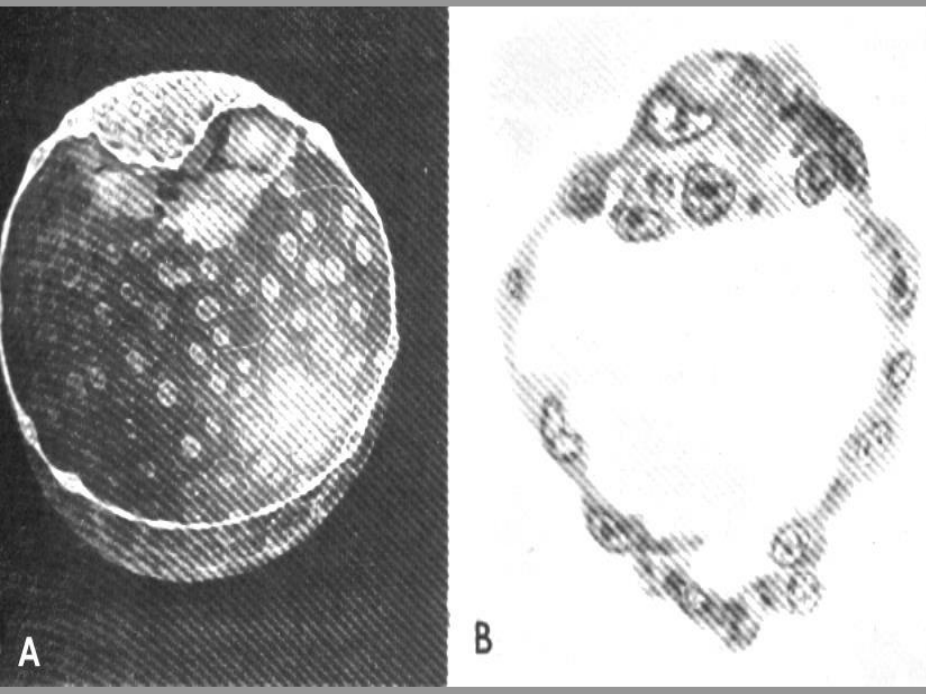


- Primitif çizginin oluşmasıyla embriyonun baş ve kuyruk bölgesi belirlenmiş olur.
- Memeli hayvanlarda primitif çizginin gelişmesiyle kanatlı hayvanlarda da olduğu gibi **primitif oluk**, **primitif düğüm** ve **primitif çukur** oluşur.
- Primitif düğümün ön tarafından embriyonun gövdesi, arka tarafından anüs şekillenir.
- Nodus embriyonalisin bu şekildeki organizasyonu embriyonik disk olarak tanımlanır.
- Epiblastlardan kaynaklanan hücreler primitif düğümün önünde invagine olur ve kranial yönde ilerleyerek, notokordal uzantı olan tubuler yapıyı oluşturur.

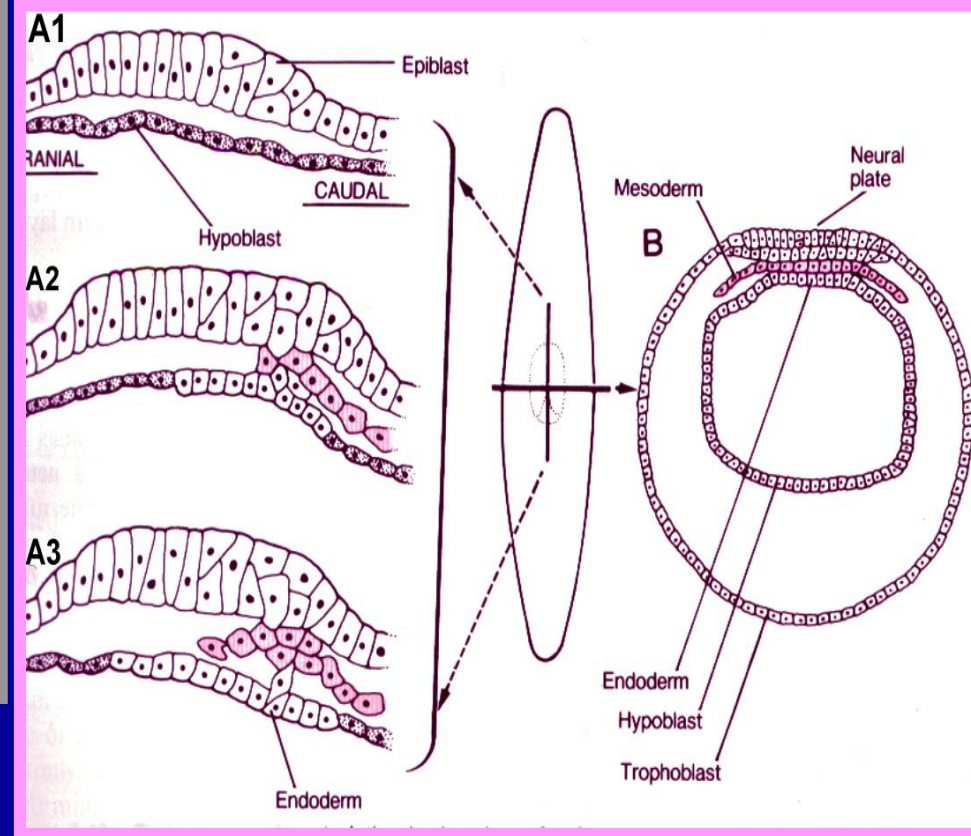
- İç hücre kitlesinde şekillenen ilk hücreler **hipoblast** olup ince bir katman oluşturarak **ekstraembriyonik endodermi** şekillendirirler.
- Bu katman kanatlıların hipoblast katmanı ile aynıdır.
- Hipoblasttan farklılaşan yassı hücreler vitellus kesesi üzerine devam ederek **vitellus kesesi endodermini** meydana getirirler.
- Hipoblastlardan farklılaşan sitotrofoblastların iç yüzeyini döşeyen ince bir kılıf şekillenir,
- **exocoelomik membran** (Heuser membranı) olarak tanımlanır ve hipoblast katmanı ile birlikte primitif vitellus kesesini sararlar.

- Hipoblastın sınırlandığı boşluk Arşenteron ya da ilk mideyi şekillendirir.
- İmplantasyon devam ettiği sürece trofoblast ile vitellus kesesi arasında ekstraembriyonik mezoderm gelişir.
- Ekstraembriyonik mezoderm, ekstraembriyonik **somatik mezoderm (somatopleura)** ve ekstraembriyonik **şiplahnik mezoderm (splanchnopleura)** olmak üzere 2 tabakadan oluşmaktadır.
- Ekstraembriyonal mezoderm içinde büyük boşluklar oluşur.
- Bu boşluklar birbiriyle birleşerek **korion boşluğunu** (ekstraembriyonik sölom) meydana getirirler.

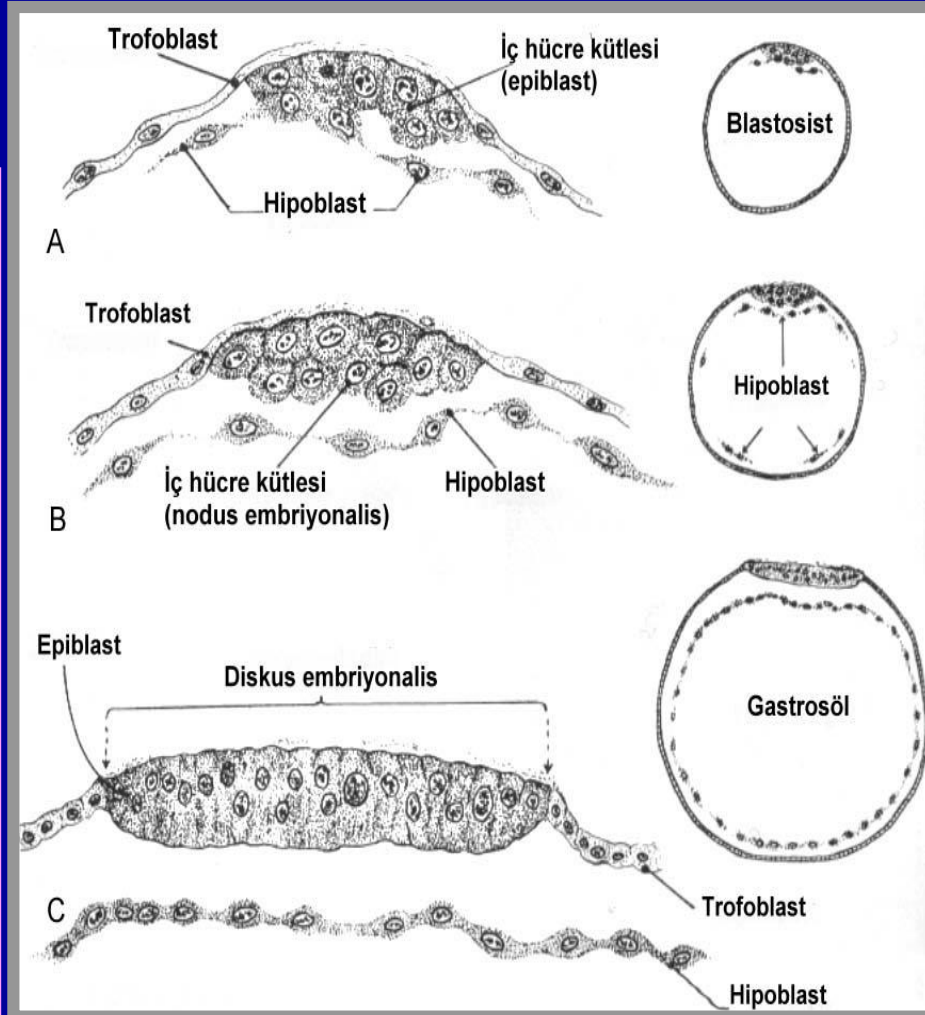
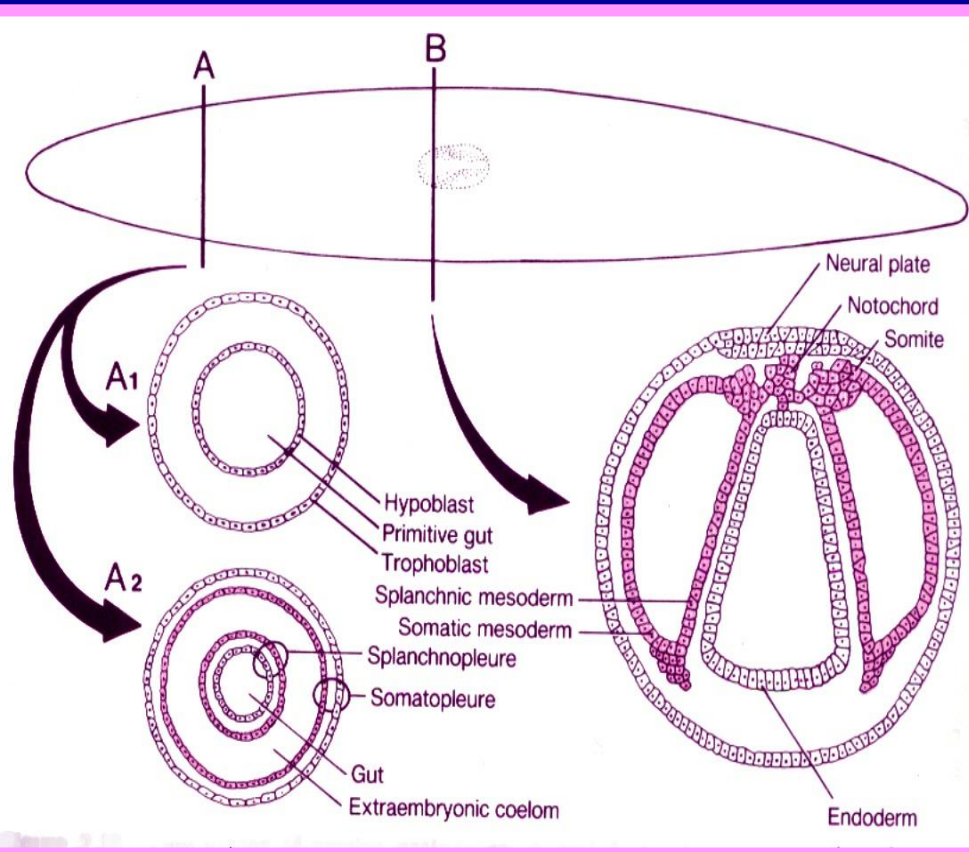
- Memeli hayvanlarda ortalama üçüncü haftanın sonunda, üç esas germ yaprağı olan ektoderm, mezoderm ve endoderm oluşur.
- Bundan sonra doku ve organların farklılaşması başlar.
- Bu arada trofoblast hücreleri hızlı bir gelişme göstererek primer villusların içine sokulur.
- Mezodermin içinde de küçük kapıllarlar farklılaşır ve bu villöz kapılların korion plağı ve bağlantı sapındaki kapıllarla birleşmesiyle villöz sistem embriyonun besin ve oksijen gereksinimini karşılar.



***Maymun blastosisti,
fertilizasyondan sonra 9. gün
(Carlson'dan).***



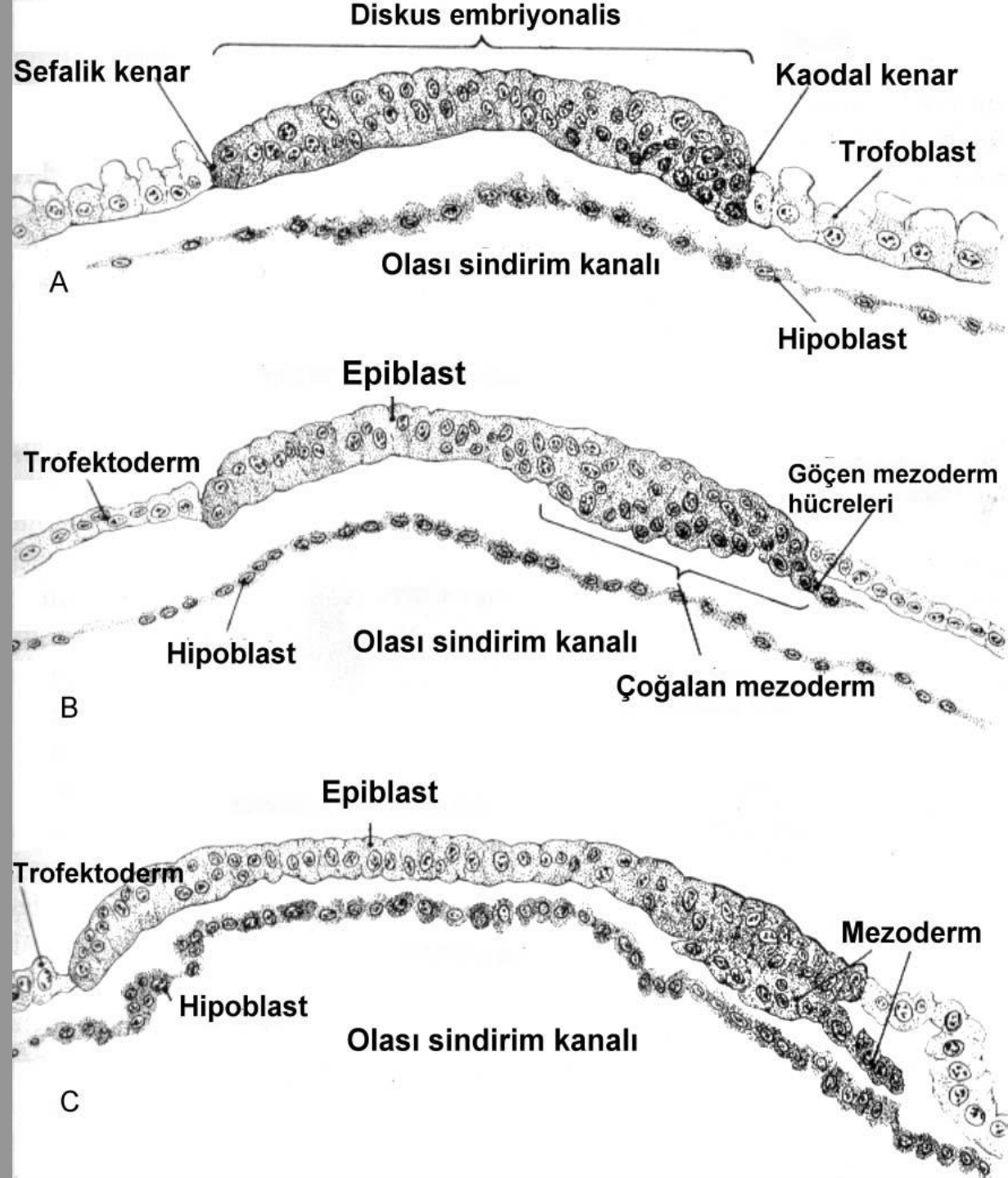
***Domuzda gastrulasyon,
gebeliğin 10. günü
(Noden'den).***



Domuzda blastosistin başlangıcı ve gelişimi (Carlson'dan).

Domuzda gastrulasyonun son dönemleri (Noden'den).

**9 günlük domuz
embriyosunda
diskus
embriyonalisin
uzunlamasına
kesitleri
(Carlson'dan).**



Embriyonal Yaprakların Önemi

- Tüm omurgalılarda üç primer germ tabakanın oluşumu temeldir.
- Yapılan araştırmalar bu germ tabakalarının belli hücre ya da doku oluşumuyla sınırlı ve sorumlu olmadıklarını göstermektedir.
- Örneğin kıkırdak doku; vücutta kıkırdağın büyük bir kısmı mesodermal germ katmanındaki hücrelerden oluşurken, baş ve boyun bölgesindeki bazı kıkırdaklar kista nöyralis ve ektodermal kökenlidirler.
- Vücuttaki doku ve organların gelişim basamakları köken aldıkları germ yapraklarını esas olarak göstermektedir.

EMBRYONİK DUPLİKASYONLAR VE İKİZLİK

- Blastomer aşamasında zigot tam ya da tam olmayan bölünmeler ile ayrılır.
- Gastrulasyon süresince duplikasyonlar multiple organizmanın gelişimine olanak sağlar ve böylece;
- Serbest ya da birleşik
- Simetrik ya da asimetrik embriyolar gelişir.

- Serbest Simetrik Dizigotik ikizler;

- * İkiz ya da üçüz gebelikler şekillenir.

- * Çift yumurta ikizleri

- Serbest Simetrik Monozigotik ikizler;

- * İdentikal ikizler şekillenir.

- Serbest Asimetrik ikizler;

- * İkizlerden biri normal diğeri rudimenter kalır.

● Yapışık ikizler;

- * Monozigotik kökenlidirler.
- * Siyam ikizleri bu şekilde gelişir.
- * Thoracopagus,
Pygopagus,
Abdominopagus,
Cephalopagus

NÖRÜLASYON ve SOMİTLERİN ŞEKİLLENMESİ

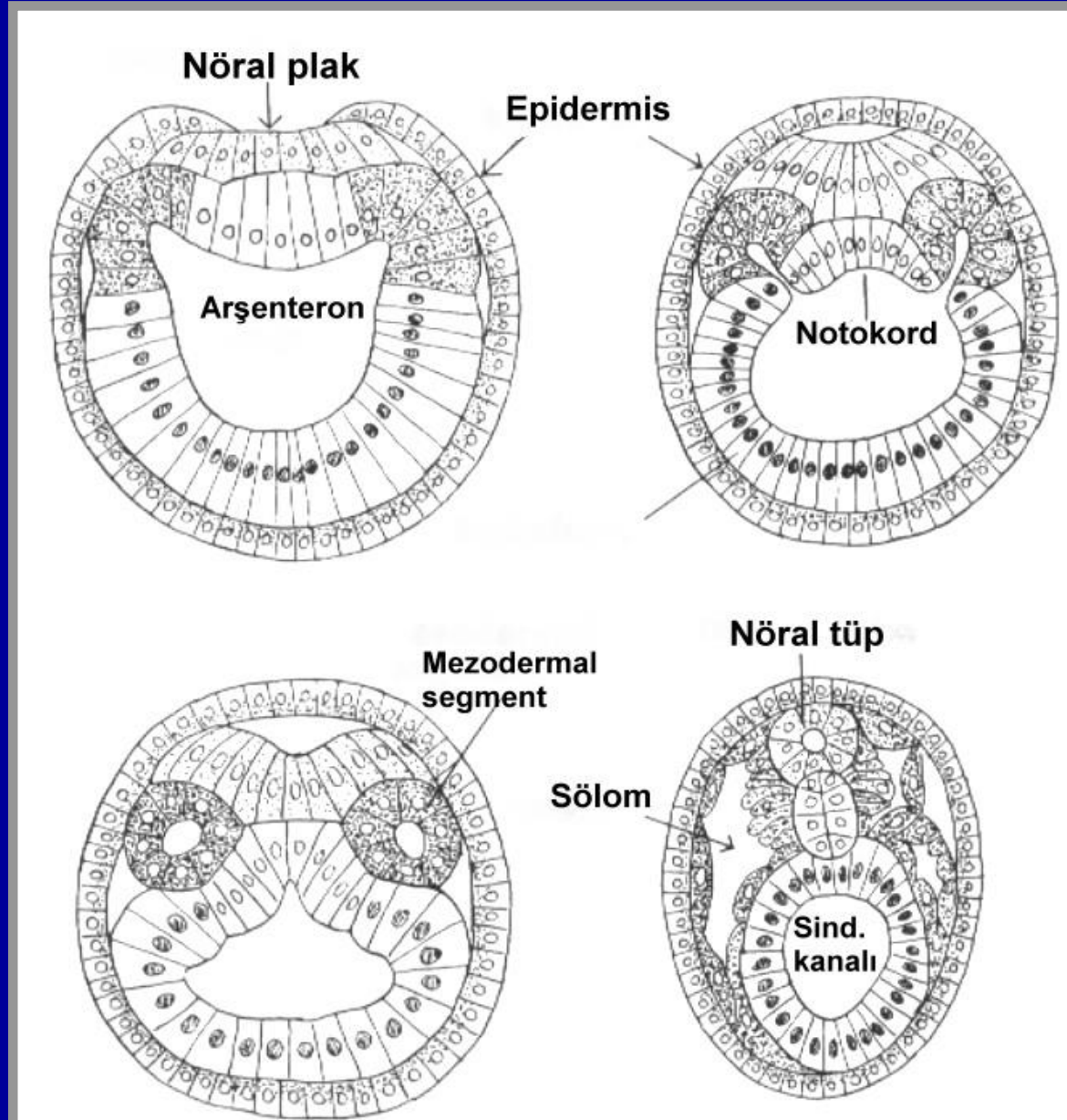
Notokord ve Nöral Plak oluşumu;

- Amphioxus'da endoderm hücrelerinden 3 evaginasyon meydana gelir,
- Kese şeklinde gelişen bu evaginasyonlar başlangıçta endodermle bağlantı halindedirler,
- Sonradan bağlantıları kopan bu keseler ektoderm ile endoderm arasında serbest hale geçerler.

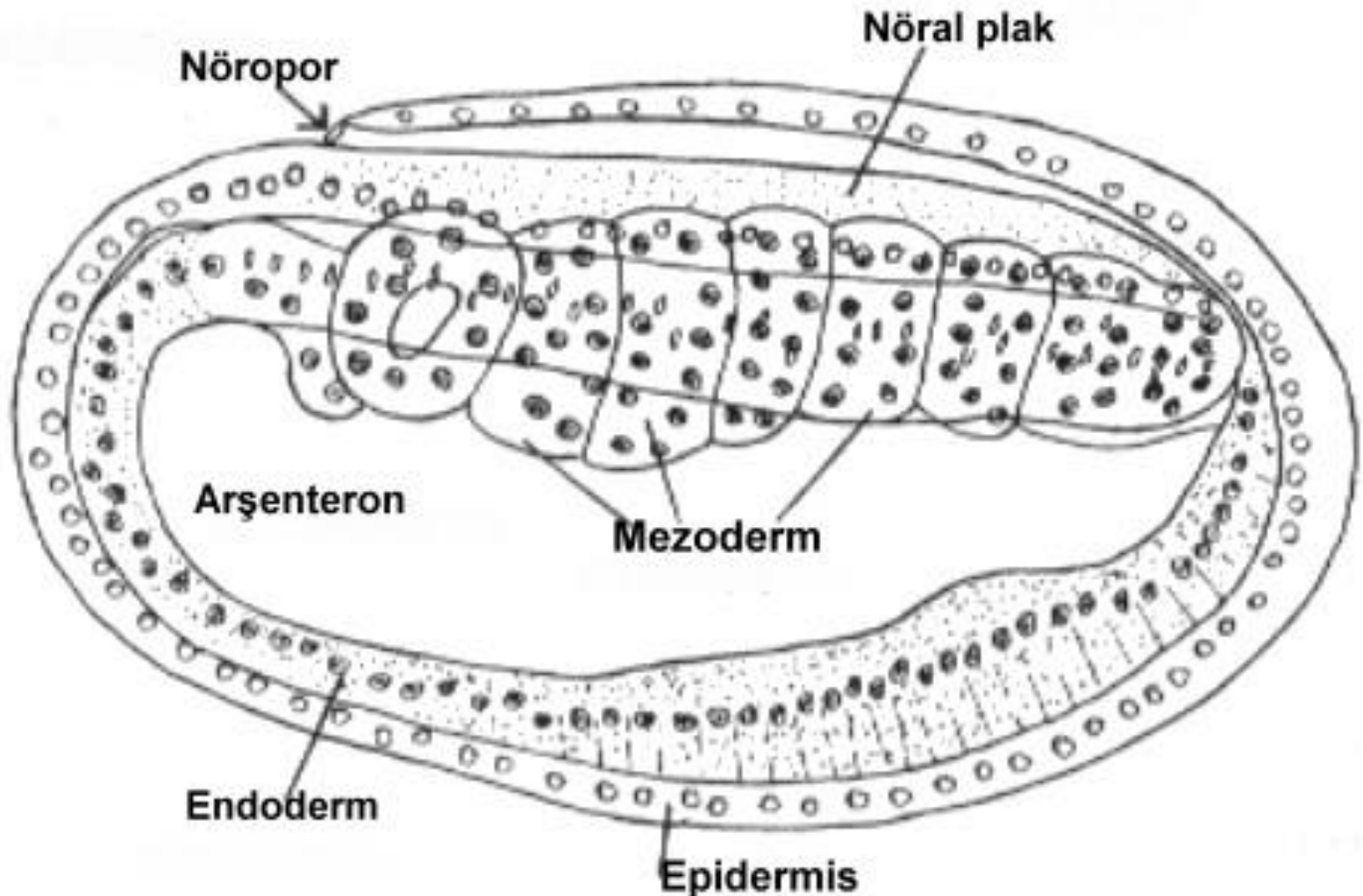
- Ortadaki kese notokordu şekillendirirken bunun sağ ve solundaki (bilateral) keseler değişikliğe uğrayarak mezodermal segmentleri meydana getirirler.
- Mezodermal segmentler bir süre sonra endoderm ve notokorddan tamamen ayrılır.

Arşenteron boyunca longitudinal olarak uzanır

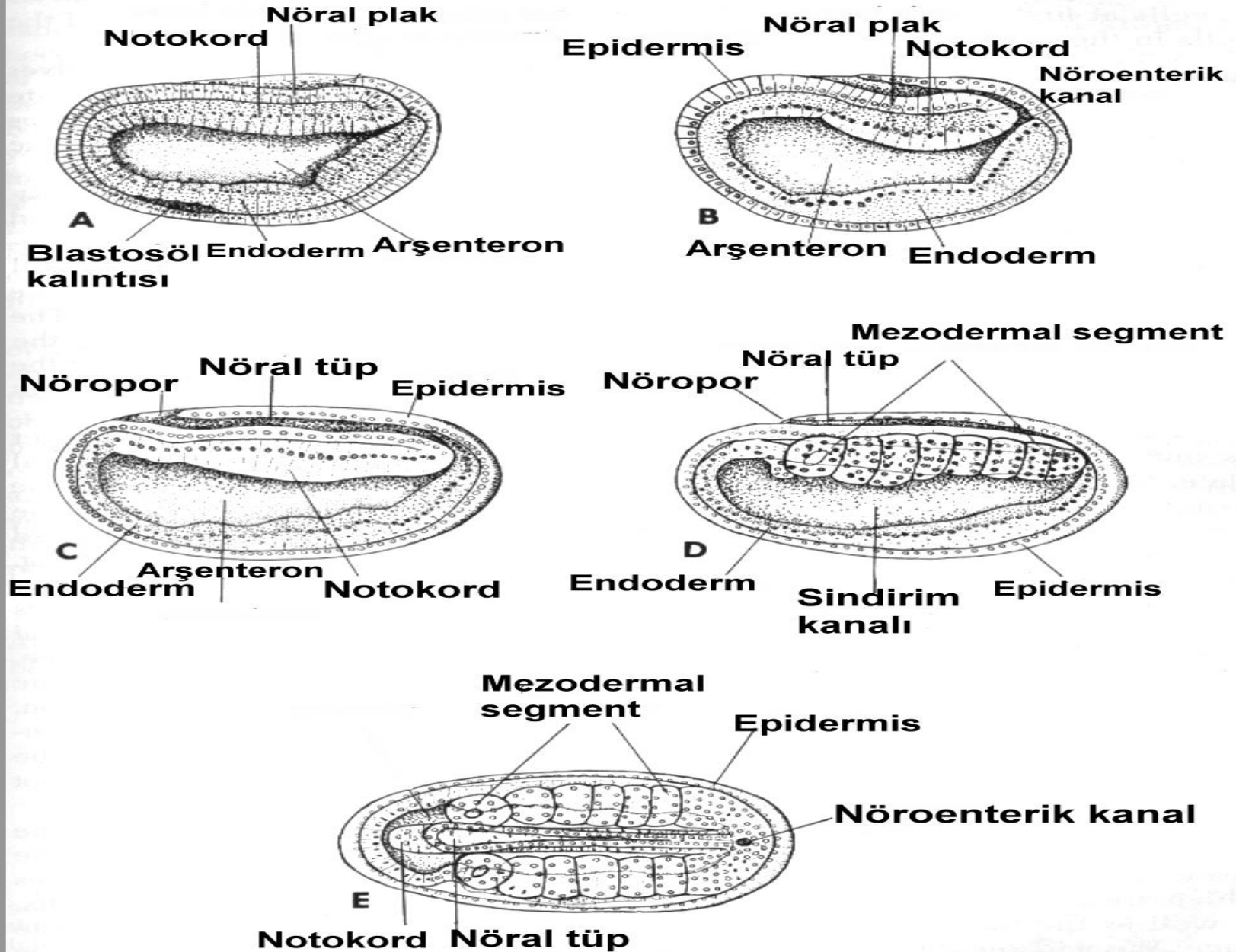
- *Amphioxus*'da ilk organ şekillenmeleri (Balinsky'den).



Amphioxus embriyosundan lateral kesit (Balinsky'den).



Amphioxus'da nörülasyon (Balinsky'den).



- Amphibi'lerde notokord (chordo-mesoderm) gastrulasyonun ileri dönemlerinde blastoporusun dorsal dudağının iç kısmında şekillenir ve gelişimini tamamlayarak nöral sahanın oluşmasını indükler.
- Kanatlılarda ve memelilerde Hensen nodusundaki hücrelerden gelişip kranial yönde ilerleyerek ektodermin altına yerleşir.
- Kaudal taraftan içeriye çökerek notokord ve mezodermal somitlerin organize olmasını sağlar.

- Yapılan deneysel çalışmalarda primitif düğüm embriyo diski üzerinde başka bir bölgeye transplante edildiği takdirde bu bölgede de notokord, nöral tüp ve somitlerin meydana geldiği bildirilmiştir.
- Bu çalışmalar primitif düğümün indüktif etkisini göstermektedir.
- Ektodermal hücreler üzerine indükleyici etkiyle nöral plak şekillenir.
- Deneysel çalışmalar daha çok Amphibian'larda yapılmış olup, nörolasyonun gelişim basamakları saptanmıştır.

- Notokord Amphioxus hariç tüm canlılarda ektodermden şekillenir,
- Embriyonun orta hattını belirler ve gelişecek olan aksiyel iskeletin gelişmesine yön verir.
- Primitif çukurun (fossa primitivus) epiblasta girinti yaptığı noktada **canalis neuroentericus** (nöroenterik kanal) şekillenir bu kanal geçici bir süre vitellus kesesi ile amnion boşluğunu birleştirir ve nöral sahanın beslenmesini sağlar.

- Notokord kolumna vertebralisin gelişmesine rehberlik yapar, ilkel eksenini belirler ve zamanla kaybolarak **nukleus pulposus** olarak erişkin canlıda varlığını sürdürür.
- En önemli özelliği de çevresindeki hücre grubuna indüktif etki yapmasıdır.
- Gastrulasyon süresince oluşan germ yaprakları ve farklı yeni hücre gurupları da indükleyici özelliğe sahiptirler.
- Notokord (chordo-mesoderm), ektodermin altında yer alarak ektodermal hücrelerin farklılaşmasını indükler ve **nöral plak** gelişimini başlatır.

Yeni Oluşan Embriyoda Mesoderm

- Kanatlı ve memeli hayvanlarda ektoderm ve endodermin oluşturduğu bilaminer embriyo diskinin bir tarafında ektodermden farklılaşan hücreler yuvarlaklaşarak orta çizgiye göç etmeleriyle mezoderm tabakasının oluşumu başlar.
- Bu hücreler mezoderm hücreleridir. Mezodermin oluşmasıyla embriyonun baş ve kuyruk tarafı da belirlenir.

- İlk mezodermal hücrelerin ektodermden farklılaştığı bölge, embriyonun arka kuyruk bölgesini gösterir.
- Gelişen mezoderm hücreleri oluştukları bölgenin karşı yönüne doğru göç ederek embriyonun kraniyal bölgesini belirlerler.
- Embriyonal mezenşim gelişen fötusun endodermal, ektodermal ve mezodermal kökenli tüm organ ve sistemlerinin ara dokusunu oluşturur.

Mezoderm

- Dorsal (Paraksiyal) Mezoderm

- * Somitler

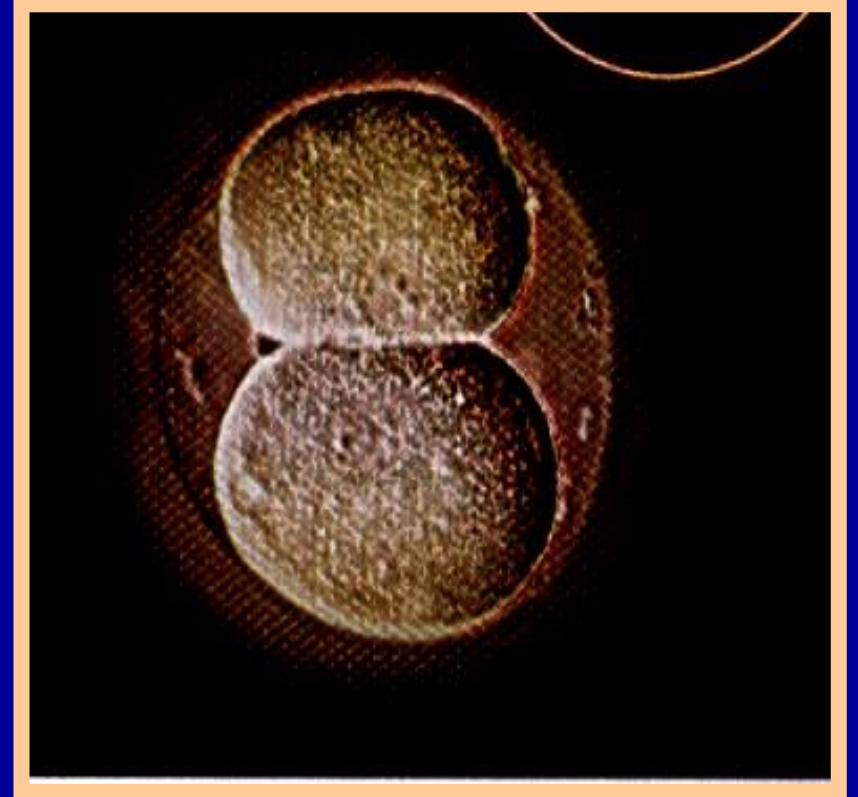
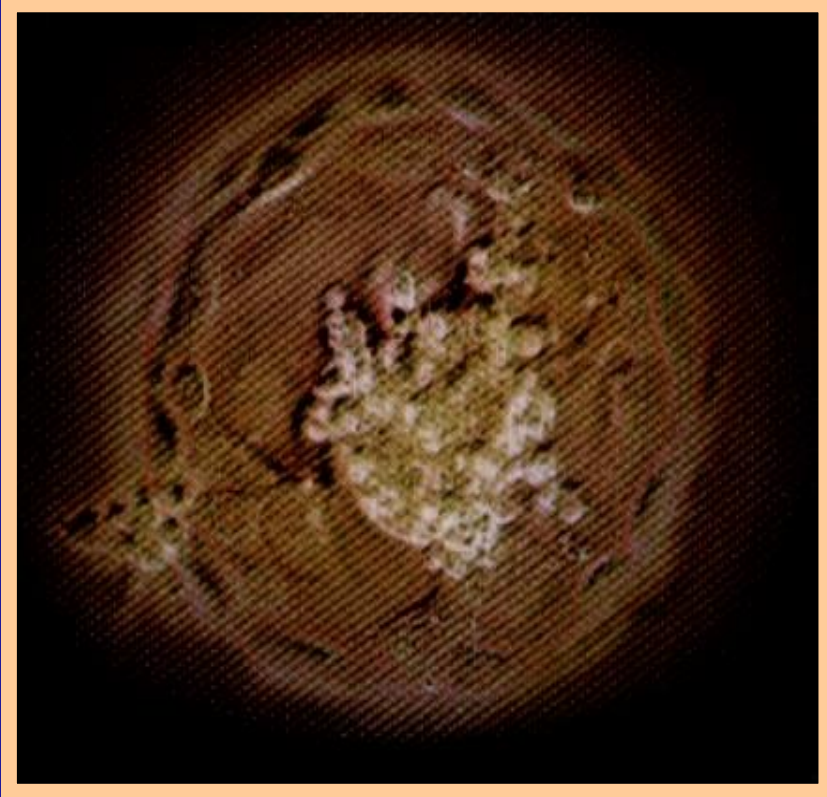
- Dermatome – derinin dermis ve hipodermisi
 - Myotom – kas hücreleri
 - Skleratom – iskelet

- Intermediate Mezoderm – ürogenital yapılar

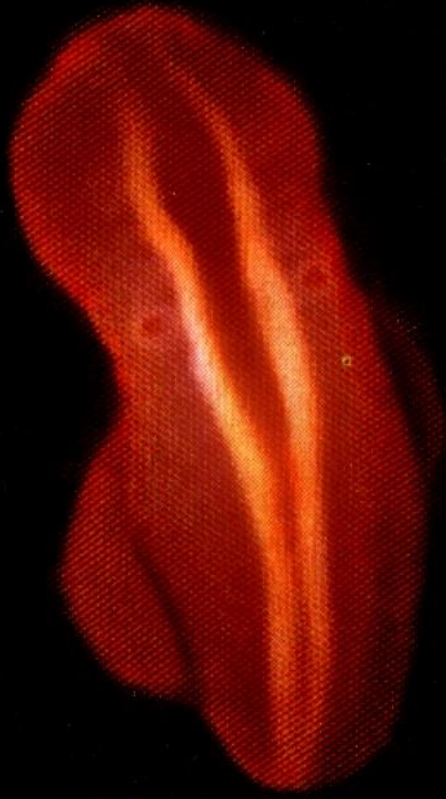
- Lateral Mezoderm

- somatik mezoderm - somatopleura

- şiplahnik mezoderm - şiplahnioplöra

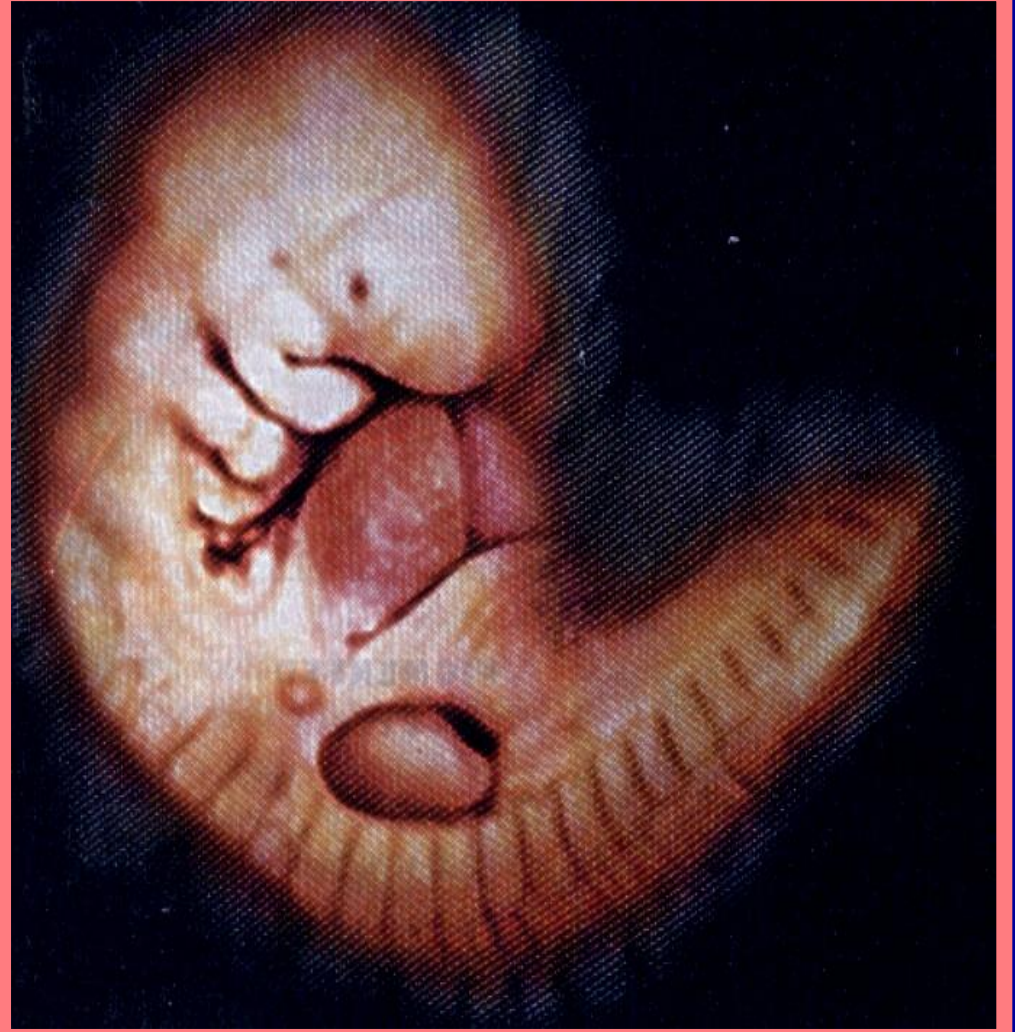


Birinci hafta. Döllenmeden kısa bir süre sonra Zigot oluşur. Zigot hücre bölünmeleri döneminin ilkinin yaşar. Bir hafta sonra çoğalmış hücreler uterus duvarına yapışırlar.



23 days

The nervous system, the first to develop, starts as a depression that folds in on itself to form a tube along the back of the embryo



32 gün sonra, ilk kalp taslağı oluşur, Beyin gelişmesini sürdürmektedir.



40 gün sonra.

*İnsan embriyosu domuz,
tavuk, fil embriyolarına
benzer.*

42 days

The embryo is now developing a sense of smell. Clearly visible are cartoon-like hands, with crudely segmented fingers

DEVELOPING
NERVE
ENDINGS

HEART

LIVER

HAND

HINDBRAIN

BRAIN BLOOD FLOW

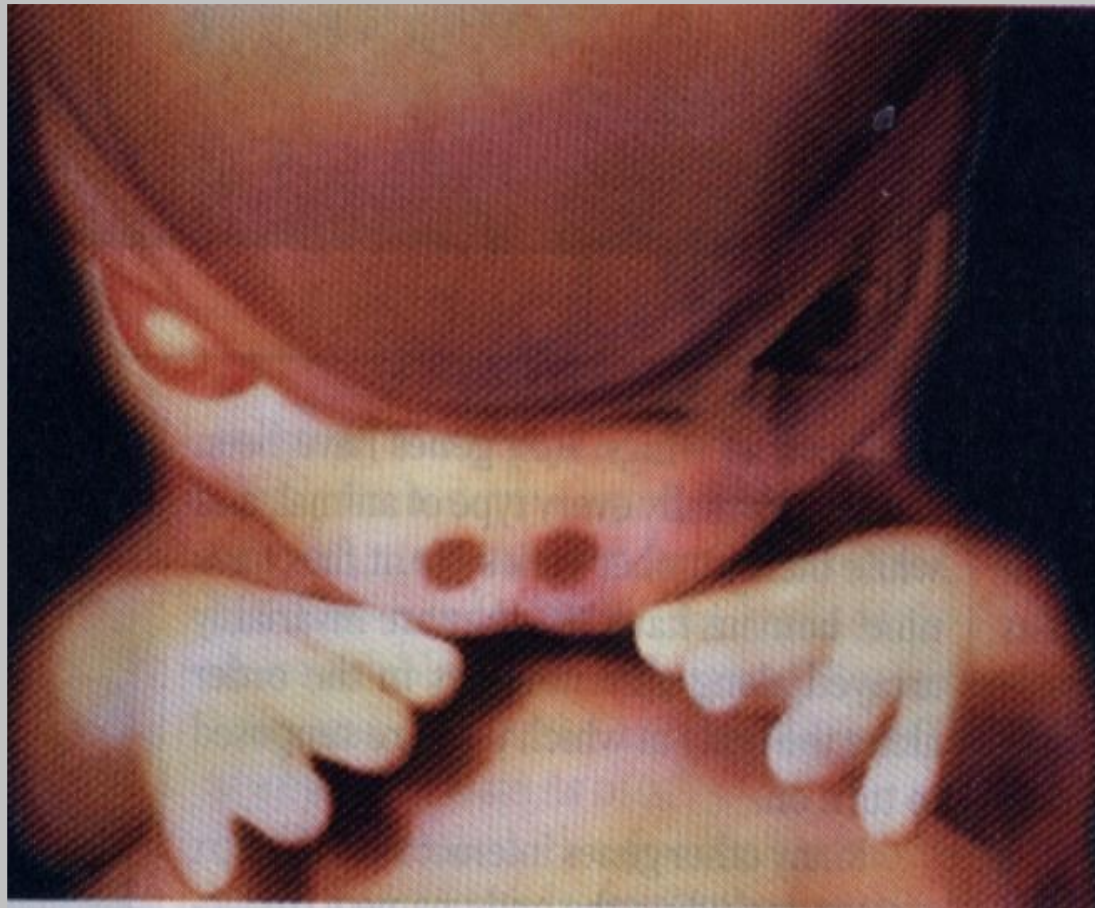
MIDBRAIN

PIGMENTED
EYE

FOREBRAIN

UMBILICAL
CORD

FOOT PLATE

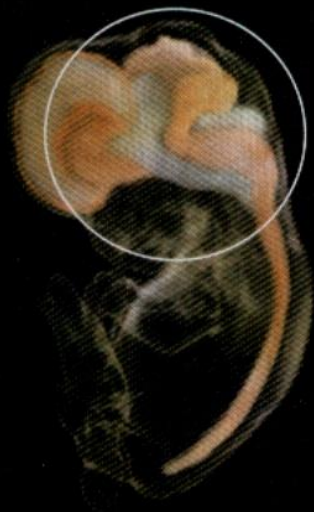


52 days

Still no bigger than a grape, the fetus now has nostrils and pigmented eyes. The eyes won't be able to sense light for another four months, when more optic nerves will be laid down

54 days

At two months, much of the construction work is done. All the fetus' major organs are in place, ready to grow



BRAIN

Still just a collection of cells without any coordinated cognitive function, the brain is, however, encased in the newly formed skull



HEART

It can pump only about 20% of what an adult heart can, but the fetal heart now has valves, shunts and four distinct chambers



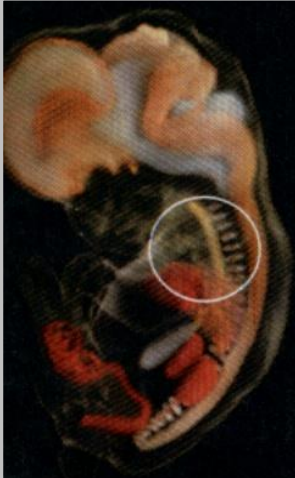
STOMACH

Thanks to a steady supply of Mom's nutrient-rich blood, the stomach won't need to digest food until after birth



UMBILICAL CORD

Initially no thicker than a hair, it expands to anchor the embryo to the mother's placenta and also houses the developing intestines



ESOPHAGUS

At four weeks, this food pipe separates from the breathing apparatus and eventually connects the mouth to the stomach



KIDNEYS

By now, the embryo is working on its third and final set of kidneys, which can already eliminate waste from the blood



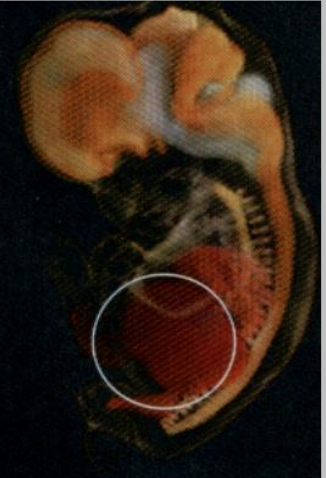
LUNGS

These begin as buds in Week Four and continue to branch again and again, even after birth, into tiny tubules



VERTEBRAE

Like pearls in a necklace, these spinal segments are strung together with nerves that will connect the brain to the rest of the body

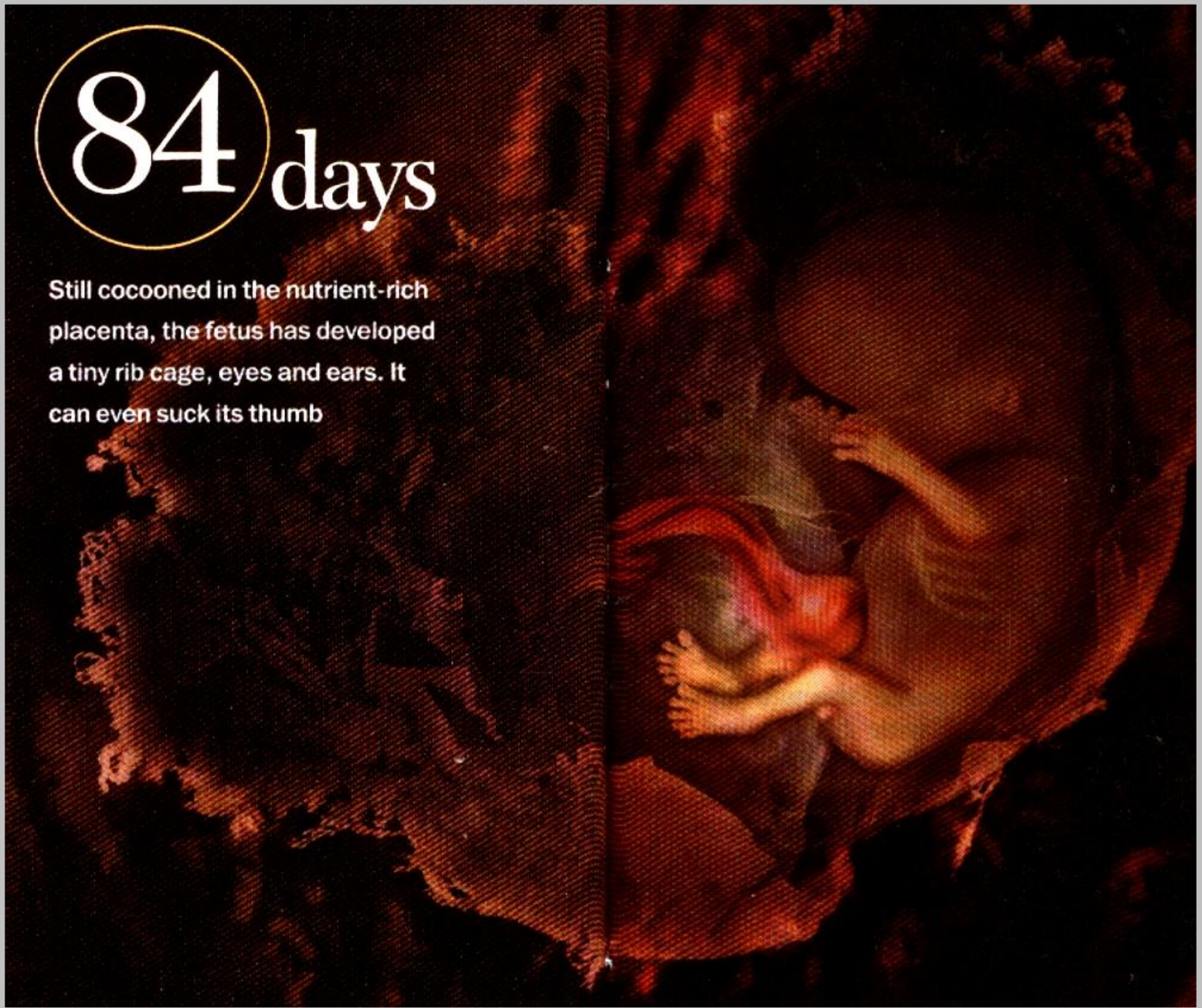


LIVER

Until birth, the liver pumps out red and white blood cells. After birth, it starts its real job: processing proteins and fats

84 days

Still cocooned in the nutrient-rich placenta, the fetus has developed a tiny rib cage, eyes and ears. It can even suck its thumb



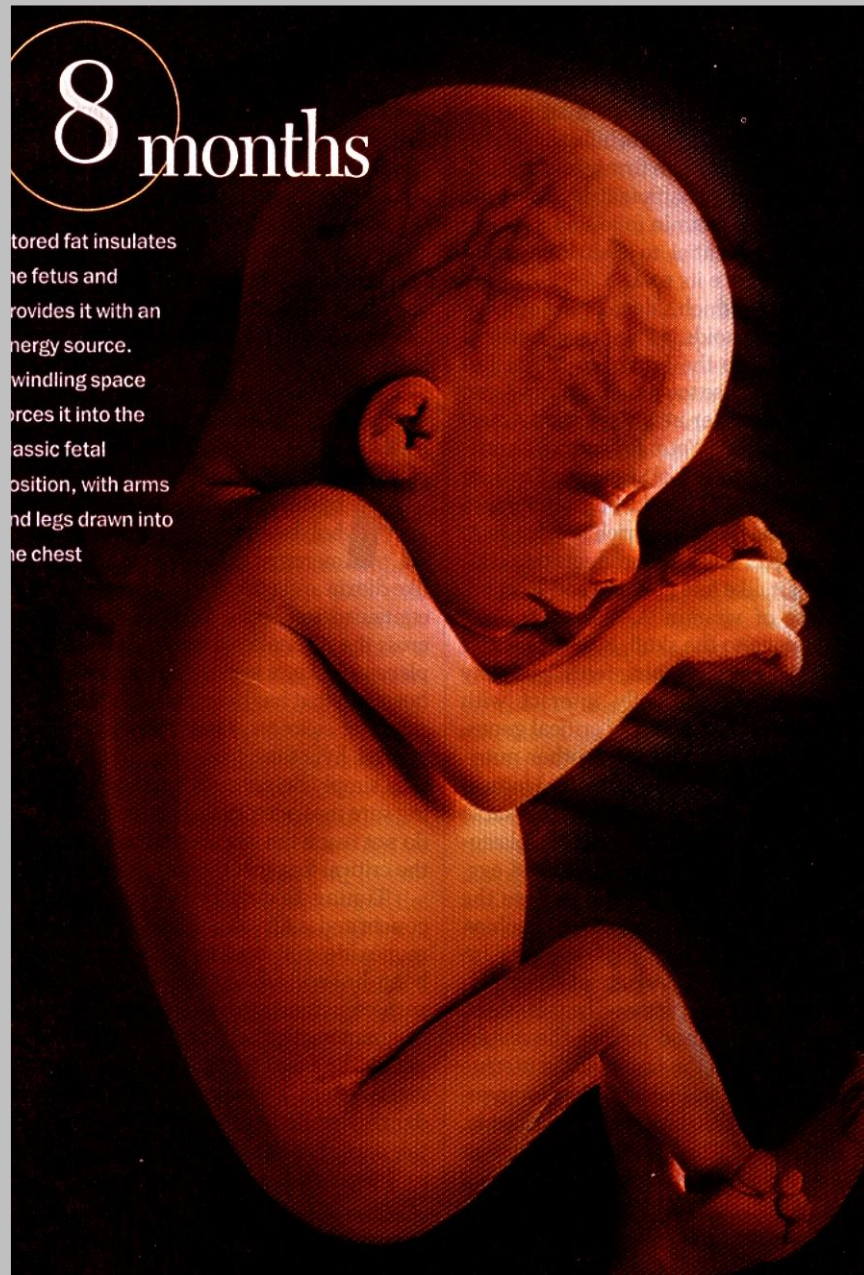
7 months

Both inside and out,
development is
most complete.
Nails appear,
and the brain
already controls
body temperature,
rhythmic breathing
and intestinal
contractions



8 months

Stored fat insulates the fetus and provides it with an energy source. The dwindling space forces it into the classic fetal position, with arms and legs drawn into the chest.





9 months

This series showing how a baby emerges from the birth canal began with an unusual delivery that required doctors to place the mother in a spiral CT scanner. The images were merged with CT and ultrasound data from other babies to create this re-enacted birth

Actual size

The embryo grows rapidly throughout the first trimester. By Week 12, most of the body systems are already present, albeit in miniature form



28 days
4 mm



32 days
4.5 mm



36 days
6 mm



40 days
8 mm



42 days
11 mm



44 days
13-17 mm



51 days
18-22 mm



52 days
22-24 mm



56 days
27-31 mm

TEŞEKKÜRLER

